

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Řízení bioplynové stanice pomocí programovatelného automatu
Control of Biogas Plant using Programmable Controller

Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Bělíček**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2601R004 Měřicí a řídicí technika
Téma: **Řízení bioplynové stanice pomocí programovatelného automatu**
Control of Biogas Plant using Programmable Controller

Zásady pro vypracování:

Práce shrnuje dosavadní poznatky a trendy v oblasti bioplynových stanic a jejich řízení. Úkolem je navrhnout, realizovat a otestovat řídicí systém bioplynové stanice včetně vizualizace a simulace řízeného systému.

Body zadání:

1. Teoretické zpracování dosavadních poznatků a trendů v oblasti bioplynových stanic.
2. Možnosti řízení technologie bioplynové stanice.
3. Návrh řídicího systému bioplynové stanice na bázi programovatelného automatu.
4. Implementace řídicího softwaru pro PLC, návrh simulace řízeného systému.
5. Návrh a implementace vizualizace.
6. Otestování řídicího systému. Diskuze dosažených výsledků.
7. Zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

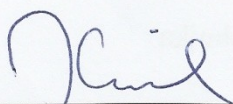
- [1] DOHÁNYOS, Michal. *Anaerobní čistírenské technologie*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 1998. 343 s. ISBN 80-860-2019-3.
- [2] STRAKA, František. *Bioplyn: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*. 1. vyd. Říčany: GAS, 2003. 517 s. ISBN 80-732-8029-9.
- [3] BERGER, Hans. *Automating with STEP 7 in STL and SCL: programmable controllers SIMATIC S7-300/400*. 5th rev. and enlarged ed. Erlangen: Publicis Pub., 2009. 543 s. ISBN 978-389-5783-418.
- [4] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC: controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring*. 4th rev. and enlarged ed. Erlangen: Publicis Pub., 2009. 236 s. ISBN 978-389-5783-333-3.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

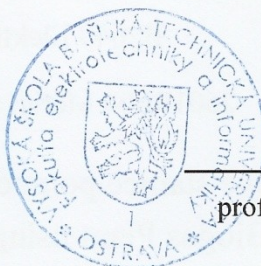
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kocián**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013



doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.
vedoucí katedry

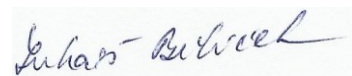


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci *Řízení bioplynové stanice pomocí programovatelného automatu* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Kociána. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 7. května 2013



vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Zde bych rád poděkoval **Ing. Jiřímu Kociánovi** za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce „Řízení bioplynové stanice pomocí programovatelného automatu“ se zabývá nejenom trendy poslední doby týkající se bioplynových stanic, ale také uvádí příklad programu pro řízení takové stanice. První část se obecně zabývá tím, co to bioplynová stanice a jaký je vlastní účel takových to staveb. V další části je pak vytvořen příklad programu, který takovou stanici řídí. Následně je vytvořena simulace pro testování programu a pochopení funkčnosti. Nakonec je vytvořen návrh vizualizačních oken, která by po propojení s programem měla obsluhu usnadnit práci.

Abstract

The bachelor „Control of Biogas Plant using Programmable Controller“ is not deals only trend s of biogas plants, but shows example of program for controls. First tasks deals what biogas plant is and what is own purpose of this buildings. In other tasks is made example of program, who controls system. Subsequently is made a simulation for testing and understanding program. In conclusion there is made proposal of visualization windows, which can made a job easier for operator after connection with program.

Klíčová slova

Bioplynová stanice, bioplyn, simulace, vizualizace, sekvence, programovatelný automat, čerpání, míchání, dávkování, fermentor, dofermentor, vyskladňovací jímka, ventil, motor

Keywords

Biogas plant, biogas, simulation, visualization, sequence, programmable logic controller, drawing, mixing, dosage, fermentor, dofermentor, an unloading pit, valve, motor

OBSAH:

Abstrakt	6
Klíčová slova	6
1. ÚVOD	9
2. Teoretické zpracování dosavadních poznatků a trendů v oblasti bioplynových stanic	10
2.1 Provedení bioplynových stanic	11
2.2 Klady a zápory bioplynových stanic	12
3. Možnosti řízení technologie bioplynové stanice	14
3.1 Provoz bioplynové stanice	14
3.2 Bioplynové stanice podle vstupů	14
3.2.1 Zemědělská bioplynová stanice	14
3.2.2 Průmyslová bioplynová stanice	15
3.2.3 Komunální bioplynová stanice	15
3.3 Bioplynové stanice u nás a v Evropě	15
3.4 Programovatelný automat v bioplynové stanici	16
4. Návrh řídicího systému bioplynové stanice na bázi programovatelného automatu	17
4.1 Použitý software pro programování řídicího softwaru	17
4.2 Teoretický popis programu	19
4.2.1 Míchání	20
4.2.2 Dávkování	21
4.2.3 Čerpání	21
4.3 Popis vytvořeného programu	21
4.3.1 Motory FB50, ventily FB100, FB101	21
4.3.2 Míchání FB10, FB18, FB19, FB20, FB21	24
4.3.3 Dávkování FB30	25
4.3.4 Čerpání FB1, FB90-95	26
5. Implementace řídicího softwaru pro PLC, návrh simulace řízeného systému	28
5.1 Použitý software pro vytvoření simulace	28
5.2 Popis vytvořené simulace	28
5.2.2 Simulační obrazovka míchání	31
5.2.3 Simulační obrazovka čerpání	31
5.2.4 Simulační obrazovka dávkování	32
6. Návrh implementace vizualizace	33
6.1 Použitý software pro vytvoření vizualizace	33

6.2 Popis vizualizace	33
6.2.1 Okno „Přehled“	33
6.2.2 Okno „Míchání“	34
6.2.3 Okno „Čerpání“	35
6.2.4 Okno „Dávkování“	36
7. Otestování řídicího systému. Diskuze dosažených výsledků.	38
7.1 Testování míchacího systému	38
7.2 Testování čerpacího systému	38
7.3 Testování dávkovacího systému	38
8. Závěr	40
Seznam použité literatury	41
Seznam použitých zkratk	42
Seznam obrázků	43
Seznam příloh	44

1. ÚVOD

Během posledních let dochází k velikému „boomu“ v oblasti využití hospodářské kejdy, jakožto odpadu s nevyužitou energií, který se aplikuje do půdy a slouží tak jako hnojivo. V dnešní době, kdy existují bioplynové stanice, je tento „bioodpad“ společně s dalšími vstupy přetvářen na fugát, který je lépe aplikovatelný díky nižšímu obsahu sušiny a stejně výživově vydatný pro půdu.

Tento problém s nevyužitou energií částečně řeší bioplynové stanice, jakožto bioelektrárny a teplárny.

Pro bakalářskou práci jsem zvolil toto téma z velmi prostého důvodu, abych veřejnosti tímto způsobem přiblížil problematiku řízení, ovládaní a vlastní systém zpracování kejdy ve prospěch jak majitelů bioplynových stanic, tak těch, kteří o ní uvažovali jako o investici. Využitelnost bioplynových stanic spočívá hlavně ve výrobě elektrické energie a výrobě tepelné energie, kterou je možno zpětně využít v provozu.

2. Teoretické zpracování dosavadních poznatků a trendů v oblasti bioplynových stanic

Bioplynová stanice je technologické zařízení využívajícího anaerobní digesce pro zpracování většího, či menšího množství odpadních materiálů a surovin zemědělské výroby, rostlinné hmoty, masokostní moučky a odpadů z výroby buničiny.[1]

Anaerobní digesce (anaerobní fermentace) je proces, při kterém mikroorganismy rozkládají organický materiál bez přístupu vzduchu. Může probíhat samovolně v přírodě nebo řízenou metodou v bioplynových stanicích. Celý proces probíhá ve čtyřech základních fázích:

1. **hydrolyza** - hydrolytické mikroorganismy štěpí makromolekulární organické látky na menší molekuly schopné transportu do buňky, kde probíhají další fáze
2. **acidogeneze** - produkty hydrolyzy jsou štěpeny na jednodušší látky (kyseliny, alkoholy, CO₂, H₂)
3. **acetogeneze** - tvorba kyseliny octové, CO₂ a H₂
4. **methanogeneze** - vznik methanu ze směsi CO₂ a H₂ nebo z kyseliny octové; vedlejším produktem je CO₂

Produkty anaerobní digesce

- **Bioplyn**

Bioplyn je tvořen převážně methanem a oxidem uhličitým. Obsah methanu se pohybuje mezi 50 a 75 %. Bioplyn se nejčastěji spaluje v kotlích a vyprodukované teplo se používá na vytápění budov nebo na ohřev vody. Další možností je kombinovaná výroba tepla a elektrické energie v kogenerační jednotce.

- **Digestát**

Tuhý zbytek po vyhnutí se sníženým obsahem biologicky rozložitelných látek se nazývá digestát. Tento materiál, pokud vyhovuje všem parametrům stanoveným vyhláškou Ministerstva životního prostředí, lze využít jako hnojivo, přídatek do kompostu nebo k úpravě povrchu terénu.

- **Fugát**

Fugát, nebo-li procesní voda, je tekutý produkt vyhnívacího procesu a má charakter vody odpadní. Je silně zakalený a obsahuje produkty anaerobního rozkladu organických látek. Zpravidla je odváděn do čistírny odpadních vod. [2]

[1] CZ Biom, Bioplynová stanice Pustějov. *Biom.cz* [online]. 2007-03-15 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/biopllynovye-stanice/biopllynova-stanice-pustejov>; ISSN: 1801-2655.

[2] Enwiki, Bioplynová stanice. *Enwiki.cz* [online]. 2013-04-29 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.enwiki.cz/wiki/Bioplynov%C3%A1_stanice#cite_note-7

Součástí bioplynové stanice může být linka hygienizace na úpravu a zpracování kuchyňských odpadů a jiného biologicky rozložitelného materiálu.

Produktem procesu anaerobní fermentace je bioplyn vhodný pro spalování v kogenerační jednotce. Výstupem z kogenerační jednotky je elektrická energie a teplo, jehož část se spotřebuje pro ohřev fermentoru a hygienizaci, zbytek se dá využít v areálu zemědělské farmy a k vytápění objektů v obci.

Elektrina je vyvedena a prodána rozvodnému závodu. Vyřešena je rovněž možnost využití kogenerace jako záložního zdroje energie pro areál farmy v případě výpadku veřejné sítě.

Vyfermentovaný anaerobně stabilizovaný materiál je shromažďován ve skladovací nádrži. Z nádrže je kal separován, přičemž tuhá složka je odvážena a tekutá část je skladována v již existujících lagunách. Odstředěná voda je dále využívána pro zředování vstupní suroviny. Odseparovaný kal a zbylá odstředěná voda je využívána k přímé aplikaci pro zhodnocení zemědělské půdy.[1]

Bioplyn z bioplynových stanic je používán:

- k výrobě tepla,
- k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace) - toto je nejčastější případ,
- k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) - trigenerace je využívána jen výjimečně.
- k pohonu dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky)

Pro pohon motorových vozidel se používá bioplyn očištěný, někdy nazývaný také biometan. Biometan obsahuje až 98% metanu. Bioplyn je zbaven nevhodných složek; složení metanu tím v celkovém objemu naopak narůstá. Biometan je svým složením identický se zemním plynem distribuovaným jako CNG. Rozdíl je pouze ve způsobu vzniku. Vozidla vybavená k provozu na CNG díky tomu mohou automaticky tankovat i bioplyn.[3]

2.1 Provedení bioplynových stanic

- suchá fermentace
- mokrá fermentace
- kombinace suché a mokré fermentace

Suchá fermentace je vhodná pro zpracování zemědělských komodit (slamnaté hnoje, kukuřičné, travní a obilní siláže).

Mokrá fermentace je vhodná do provozu čistíren odpadních vod a ke zpracování odpadních kalů rostlinného nebo živočišného původu. V zemědělství se využívá pro zpracování hmot s velkým obsahem kejdy. Schéma takovéto stanice je na obr. 2.

[1] CZ Biom, Bioplynová stanice Pustějov. *Biom.cz* [online]. 2007-03-15 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynové-stanice/bioplynova-stanice-pustejov>; ISSN: 1801-2655.

[3] Wikipedie, Bioplyn. *Wikipedia.org* [online]. 2013-03-08 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>

Výsledkem kombinace suché a mokré fermentace je:

- hospodárnější a efektivnější výroba bioplynu a nízké provozní náklady bioplynové stanice
- vysoká spolehlivost a bezpečnost provozu[4]

Schéma kombinace mokré a suché bioplynové stanice je na obr.1.

2.2 Klady a zápory bioplynových stanic

Provoz bioplynových stanic s sebou může přinést i některá negativa. Konkrétní problémy, ke kterým může dojít, jsou však do velké míry předvídatelné a lze se jim vyhnout precizním plánováním, volbou vhodného technologického postupu a také včasnou diskusí s místními obyvateli.

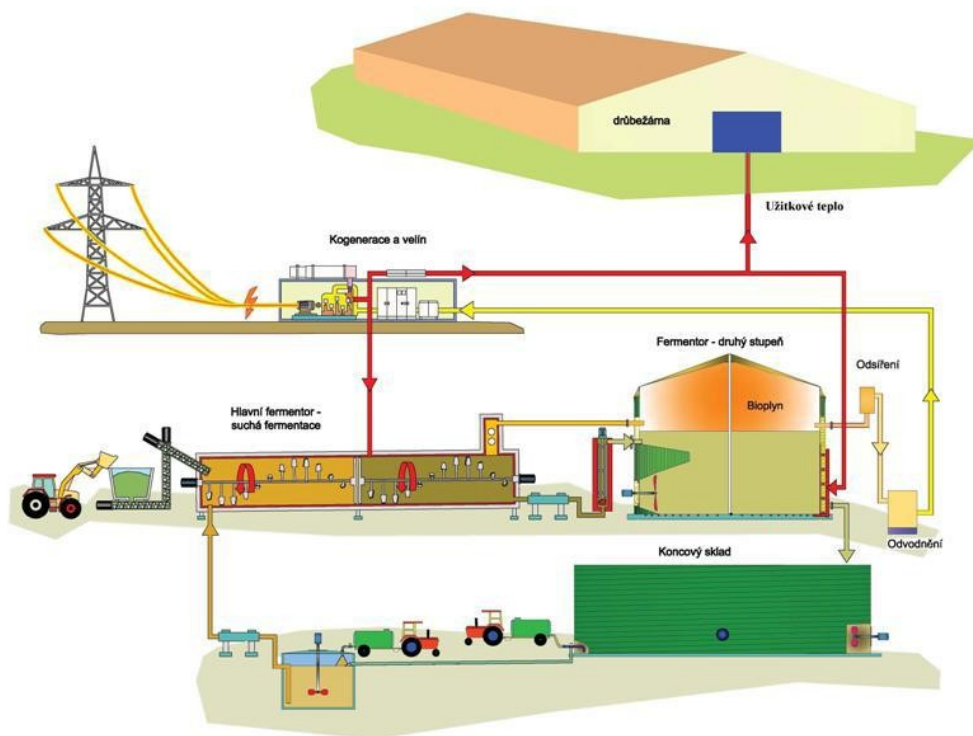
K nejčastěji zmiňovaným problémům patří obtěžování obydlených lokalit zápachem, čemuž je možné předejít vhodným umístěním bioplynové stanice v dostatečném odstupu od zastavěných ploch. Dalším možným negativem je zvýšená hustota dopravy, která je daná nutností dopravování biomasy do stanice. Pokud je však bioplynová stanice správně navržena a provozována, nezapáchá a nezpůsobuje svému okolí žádné problémy.

Přínosy bioplynových stanic však ve většině případů převáží jejich případná negativa. Energie získávaná spalováním bioplynu pochází z obnovitelného zdroje, čímž se snižuje naše závislost na omezeně dostupných fosilních palivech. Díky zpracování biomasy v bioplynových stanicích může být účelně využito velké množství odpadu, který by jinak neznamenal žádný přínos. Výroba bioplynu navíc neprodukuje vlastní odpad, protože zbylou hmotu lze úspěšně využít jako hnojivo.

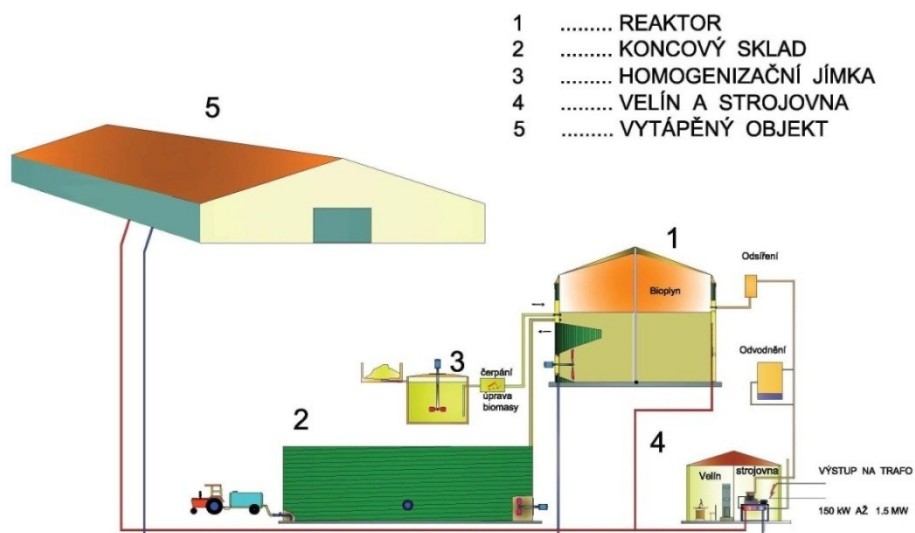
Provozování bioplynových stanic také přispívá k podpoře zemědělství a efektivního hospodaření ve venkovských oblastech. Bioplynová stanice přináší nové pracovní příležitosti, vede ke snižování objemu skleníkových plynů a může výhodně zásobovat teplem domy či podniky v okolí. Spalováním bioplynu se navíc do ovzduší uvolňují jen nízké emise škodlivých látek. Výroba bioplynu je tedy ekologická i ekonomická zároveň, a proto pokud hovoříme o obnovitelných zdrojích energie, rozhodně bychom neměli na bioplyn zapomínat.[5]

[4] JMA Technology s.r.o., Bioplyn. *Bioplynove-stanice.com*[online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.bioplynove-stanice.com/cze/index.php?action=page_detail&id=2

[5] EnergiePlus, Jak fungují bioplynové stanice?. *Eon.energieplus.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://eon.energieplus.cz/ekologicka-energie/bioplyn-1/jak-funguji-bioplynove-stanice-ukazkovy-priklad-zajimaveho-reseni-z-trebone>



Obr. 1 Schéma kombinace mokré a suché bioplynové stanice



Obr. 2 Schéma mokré bioplynové stanice

3. Možnosti řízení technologie bioplynové stanice

3.1 Provoz bioplynové stanice

V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném reaktoru - fermentoru, kde zůstává pevně stanovenou dobu. Optimální teplota pro anaerobní digesci je vázána na různé kmeny bakterií. Bioplyn vznikající ve fermentoru je odváděn do zásobníku a upravován pro další využití – spalování, při kterém je výslednou energií buď vzniklé teplo, nebo v případě kogeneračního zařízení teplo i elektřina.

Proces anaerobní digescce vyžaduje zajištění vhodných životních podmínek pro mikroorganismy. Základním předpokladem je anaerobní prostředí (bez přístupu vzduchu) s dostatečnou vlhkostí (minimálně 50 %), optimální hodnota pH (6,5 – 7,5) a výše zmíněná stálá teplota. Spolehlivá a ověřená technologie zajistí bezproblémový provoz bioplynové stanice. Technologické nedostatky se projevují zejména produkcí nežádoucího zápachu do okolí stanice.

3.2 Bioplynové stanice podle vstupů

Podle toho, jakou biomasu bioplynová stanice (BPS) zpracovává, rozlišujeme tři typy stanic: zemědělské, průmyslové (kofermentační) a komunální. Zemědělská BPS zpracovává vstupy ze zemědělské prvovýroby (statková hnojiva a energetické plodiny). Kofermentační bioplynová stanice v jednom zařízení zužitkovává různé materiály (často rizikové vstupy – kaly z čističek odpadních vod, krev z jatek atd.). Vhodná kombinace materiálů má pak vliv na kvalitu bioplynu. Komunální bioplynová stanice zpracovává komunální bioodpady, včetně odpadů z domácností.

Na našem území převažují bioplynové stanice zemědělské, ostatní typy jsou zatím zastoupeny sporadicky. Velké zkušenosti s komunálními bioplynovými stanicemi má např. sousední Německo. Také v blízké budoucnosti se největší nárůst provozů očekává právě u bioplynových stanic zemědělského typu. Rozvoji komunálních stanic v ČR brání nedostatky ve zpracování komunálního odpadu.

3.2.1 Zemědělská bioplynová stanice

Zemědělské bioplynové stanice jsou v tuzemsku nejhojněji zastoupeny. Vstupy tvoří statková hnojiva (keřda, hnůj) a energetické plodiny (např. kukuřice). Jejich výstavba nejčastěji probíhá přímo v areálech zemědělských provozů, a protože jde o koncepčně jednodušší zařízení, než je tomu u ostatních bioplynových stanic, uvedení do činnosti není problematické. Mezi technologicky komplikovanější kroky zemědělských stanic patří míchání ve fermentorech, kdy může dojít k vytvoření vrstvy, která brání prostorově funkci fermentoru, může ucpávat potrubí a narušovat proces vyhnívání.

Pro výstavbu kvalitní zemědělské stanice bylo na žádost Ministerstva zemědělství ČR zpracováno Českým sdružením pro biomasu (CZ Biom) Desatero přípravy bioplynových stanic, které obsahuje zásady pro zprovoznění kvalitního zařízení:

1. precizní příprava projektů
2. dostatek kvalitních surovin
3. výtěžnost bioplynu

4. spolupráce s místní samosprávou
5. spolehlivá a ověřená technologie
6. optimalizace investičních nákladů
7. volba kogenerační jednotky
8. využití odpadního tepla
9. nakládání s digestátem
10. další možnosti využití

3.2.2 Průmyslová bioplynová stanice

Průmyslové bioplynové stanice zpracovávají ve fermentoru výlučně nebo alespoň zčásti rizikové vstupy. Mezi rizikové vstupy patří zejména jateční odpady, kaly z různých provozů (např. čističek odpadních vod) a podobně. Kladeny jsou tedy větší nároky na technologii a na splnění všech provozních podmínek. Zejména dodržování hygienických pravidel minimalizuje riziko vyplývající ze vstupů.

3.2.3 Komunální bioplynová stanice

Komunální bioplynové stanice zpracovávají komunální bioodpady. Komunální odpad zahrnuje odpad z údržby zeleně, vytríděné bioodpady z domácností a stravovacích provozů (restaurací a jídelen). Komunální stanice mají technologicky náročnější průběh zpracování vstupů. Problematická je především příjmová část technologie. Odpad zapáchá, a tak je nutné, aby byla pachová zátěž okolí minimalizována. K tomu mohou přispět uzavíratelné haly s odtahem a čištěním vzduchu.

Ve snaze ušetřit investiční náklady často dochází k nedodržení technologických postupů a okolí bioplynové stanice je zatíženo nepřiměřeným zápachem z odpadů. Přestože náklady na komunální stanici jsou oproti zemědělské stanici přibližně dvojnásobné (100 000 Kč/kW zemědělská stanice, 200 000 Kč/kW komunální stanice), šetření se nevyplatí a nápravná opatření náklady dodatečně ještě zvýší.

3.3 Bioplynové stanice u nás a v Evropě

Na území České republiky je v provozu více než 100 bioplynových stanic. Většina z těchto zařízení zpracovává bioodpady zemědělské prvovýroby. Rezervy existují především v oblasti komunálních bioplynových stanic. Nejstarší bioplynová stanice byla vybudována v roce 1974 a nachází se v Třeboni. České sdružení pro biomasu odhaduje, že v blízké budoucnosti (do roku 2015) se počet bioplynových stanic výrazně zvýší (potenciál 400 stanic).

Bioplynové stanice mají tradici v evropských zemích. Nejvíce zkušeností s technologií výroby bioplynu má sousední Německo. Více než 3500 bioplynových stanic je především komunálního typu a jejich provoz navazuje na dobrý systém zacházení s komunálním odpadem. Ekologicky zaměřené severoevropské země Švédsko a Dánsko využívají bioplyn ve velké míře. Ve Švédsku se bioplyn využívá také k pohonu vozidel, byl zde zprovozněn první vlak na světě poháněný bioplynem.

V Dánsku tvoří bioplynové stanice centralizovaný systém se svozem odpadu, přičemž zóny svozu se nepřekrývají.[6]

3.4 Programovatelný automat v bioplynové stanici

Při řízení takovéto technologie, která může mít v případě poruchy systému až katastrofální následky, je nutno, aby takovýto systém byl naprogramován v takovém zařízení, které bude disponovat náležitou spolehlivostí. Pro toto použití je nejvhodnější programovatelný automat. Výhody programovatelného automatu, jsou např. řízení programu v reálném čase, provádění programu cyklicky a je velmi snadno rozšiřitelný o další moduly.

V reálné bioplynové stanici programovatelný automat zajišťuje tyto funkce:

- umožňuje automatické dávkování surovin ze dvou krmných zařízení, kontroluje ucpání a hlídá správné otevření šoupat pro dopravu suroviny
- řídí dopravu suroviny mezi fermentory, kontroluje správnost otevřených šoupat v potrubí, automaticky provětrává potrubí od vyvinutého plynu
- řídí proces míchání ve fermentorech v závislosti na hustotě suroviny a hlídá spouštění míchadel, tak aby nepřetěžovaly napájecí přívod
- kontroluje jímání, skladování a úpravu bioplynu
- kompletně monitoruje běh technologie bioplynové stanice
- monitoruje provozní stavy kogenerační jednotky a řídí pomocné provozy (ventilace, oběhová čerpadla, vytápění fermentorů a objektů)
- zasílá v případě poruchy a mezích stavů varovné SMS a emailové zprávy obsluze[7]

Např. v bioplynové stanici v Suchdole nad Odrou řídí programovatelný automat celý systém míchání, čerpání a dávkování. Ostatní zařízení jako analyzátor plynu, řízení teploty ve strojovně a jiné automat neřídí, pouze z nich získává „stavové“ signály. U bioplynových stanic, které nemají zdroj kejdy z živočišné výroby, může automat také řídit separování a tím i ředění materiálu v jímkách.

[6] Nazeleno, Bioplynová stanice. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>

[7] Zat a.s., Řídící a monitorovací systém bioplynových stanic. *Zat.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDQOFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.zat.cz%2Fen%2Fdownload%2Fdocuments%2Fdoc_download%2F1501-bioplynov%C3%A9-stanice&ei=ypx2UdrjHYaD4ATGw4CIAg&usq=AFOjCNHn7wLAzK7f2-Lh7K6yZAqTRkkPmg

4. Návrh řídicího systému bioplynové stanice na bázi programovatelného automatu

Pro použití programovatelného automatu jako prostředku řízení, byl použit automat firmy Siemens AG a to konkrétně typ Simatic S7-300. Tento automat, jakožto celá firma, má velkou podporu, nejen po hardwarové, ale také softwarové stránce. Navíc tento typ je modulární a dá se rozšířit i na velký počet vstupů a výstupů, jež budou při programování celého procesu zapotřebí.

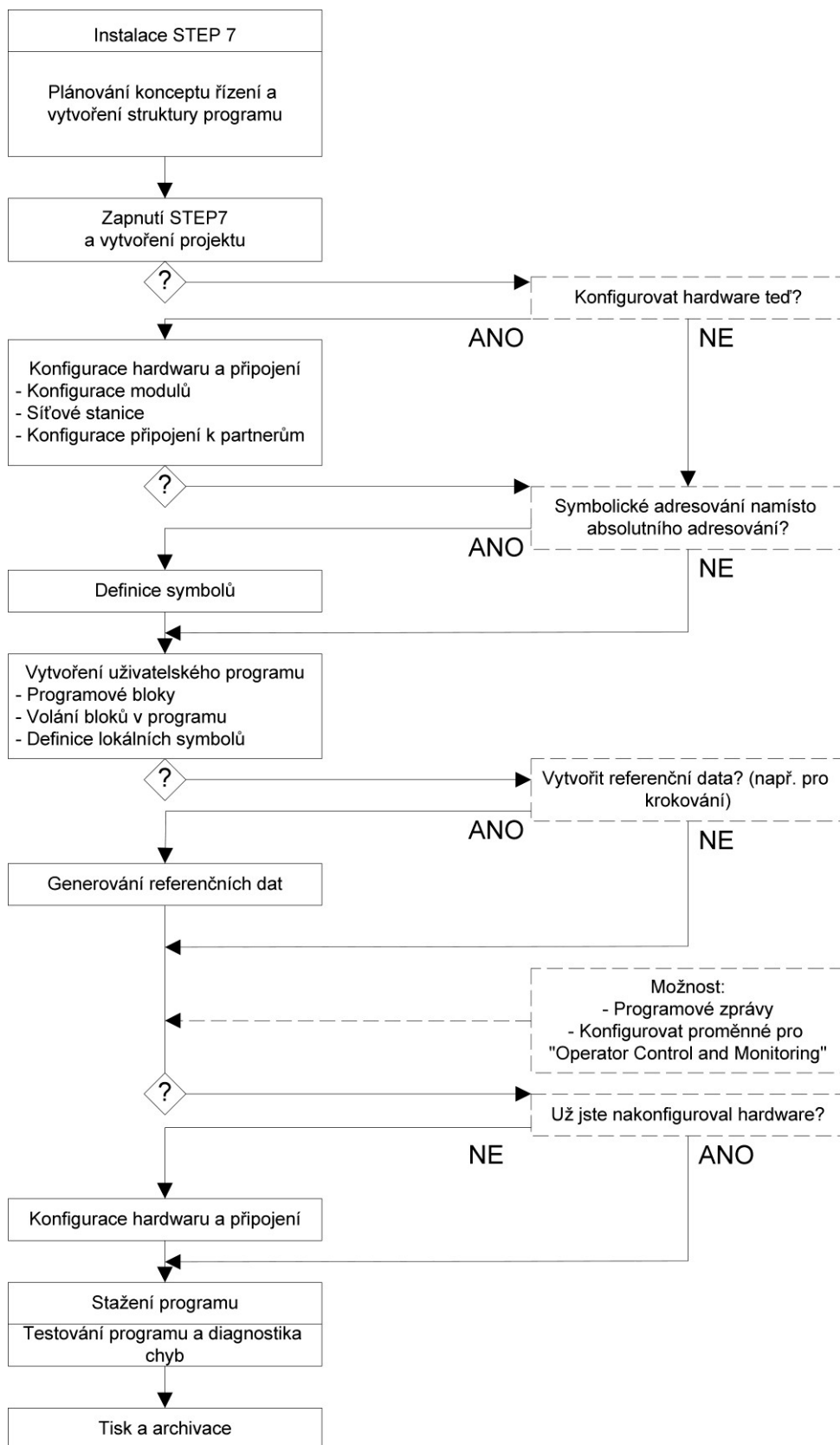
4.1 Použitý software pro programování řídicího softwaru

STEP7 je standardní softwarový balíček používaný pro nastavování a programování SIMATIC programovatelných logických automatů. Je součástí SIMATIC průmyslového software.

Základní úkony při programování:

Při vytváření automatizačního řešení s STEP7, je zde řada základních úkonů. Následující obrázek naznačuje úkony, které je třeba provést pro většinu projektů a přiřazuje jim základní postup. [8]

[8] Siemens AG. *SIMATIC. Programming with STEP7. Manual*. 23s.



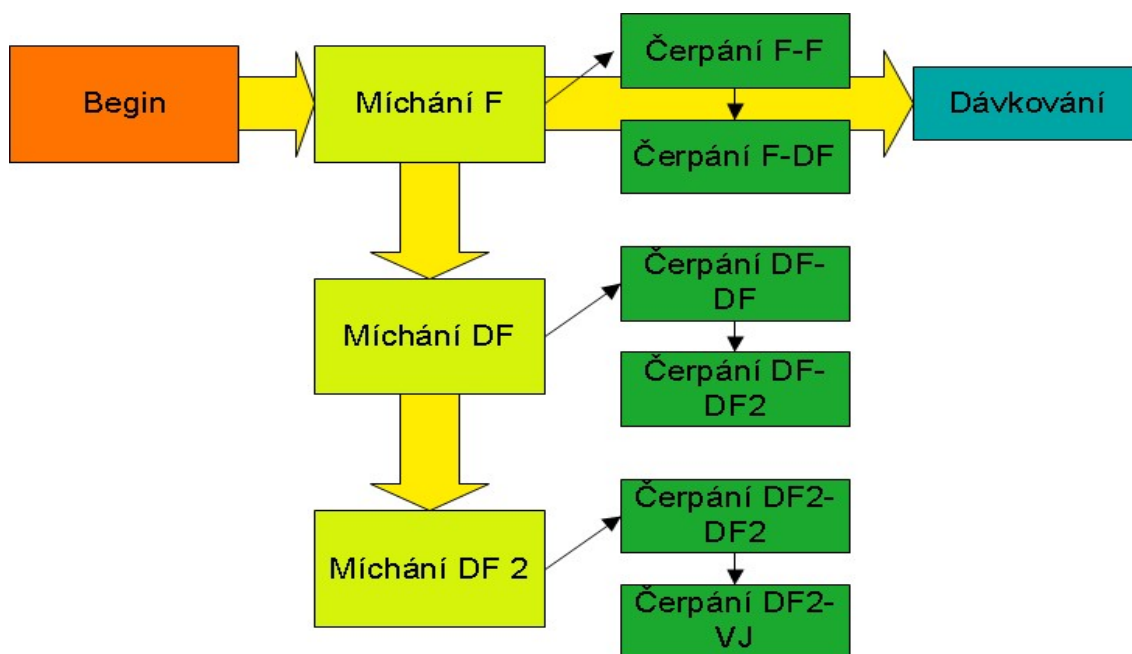
Obr. 3 Schéma vytváření programu v STEP7 [8]

4.2 Teoretický popis programu

Celá bioplynová stanice se skládá ze čtyř jímek:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Fermentor (ozn. F) | - tato jímka je v programu použita jako referenční a všechny cykly programu začínají od ní, je míchána hydraulickými míchadly a začíná zde proces kvašení |
| Dofermentor (ozn. DF) | – míchání této jímky pokračuje po skončení cyklu míchání fermentoru, zde dále pokračuje proces kvašení |
| Dofermentor 2 (ozn. DF2) | – míchání této jímky zajišťují již jen ponorná elektrická míchadla, která ukončují cyklus míchání, odtud se již odvádí bioplyn do kogeneračních jednotek (ozn. KGJ) |
| Vyskladňovací jímka (ozn. VJ) | – je to poslední jímka systému a program s ní nekomunikuje, pouze se do ní odvádí část zpracovaného materiálu |

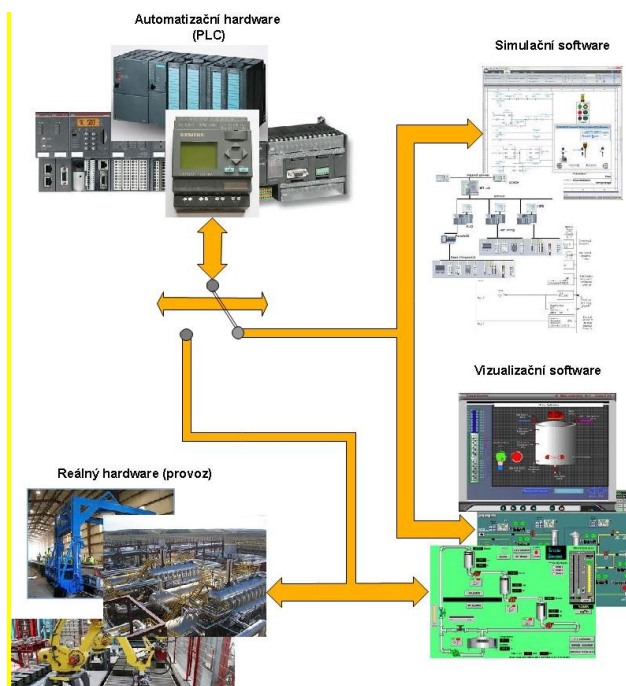
Celý program je řízen cyklicky a to v pevně daných intervalech, které se dají v programu samozřejmě měnit podle potřeby. Běžně jsou cykly každé z jímek nastaveny na 15 minut, ale pokud je materiál v poslední jímce značně řidší než v předchozích jímkách, může se doba cyklu snižovat. Na obr. 4 je naznačené blokové schéma procesu, které naznačuje, jak celý cyklus programu funguje.



Obr. 4 Blokové schéma procesu

Realizace a testování softwaru

Předtím než je program realizován v reálném provozu, je potřeba jej otestovat pomocí simulačního softwaru. Úplně stejně je potřeba otestovat vizualizaci. Proto je na schématu řídicího systému (obr. 5) přepínač, který znázorňuje nejprve simulační část a poté reálnou část. Poté, co je systém simulován a otestován, je možno přepnout přepínač a automat už může řídit reálný provoz.



Obr. 5 Schéma řídicího systému

4.2.1 Míchání

Míchání je prováděno v prvních dvou jímkách (Fermentor, Dofermentor) pomocí dvou hydraulických jednotek, přičemž každá z jednotek má ve svém okruhu jedno míchadlo z každé jímky. V provozu to pak znamená, že obě jednotky běží současně při míchání jedné jímky.

Hydraulický okruh se tedy skládá z motoru sloužícího jako čerpadlo oleje, který je rozezbíhán softstartem, cca po 3s se zapíná ventil příslušné jímky, která se bude míchat a nakonec se spíná volnoběžný ventil (cca po 10-15s). Po dokončení cyklu se celý systém vypíná a to tak, že nejprve se vypne volnoběžný ventil, poté ventil jímky a nakonec motor samotný. Při dokončení cyklu míchání fermentoru není nutné, aby se motor vypínal úplně, stačí vypnout volnoběžný ventil a přepnout ventil jímky z fermentoru na dofermentor.

Hydraulický okruh má také své alarmy a to:

1. Nízká hladina oleje v nádrži – slouží při poruše míchadel k včasnému vypnutí míchadel, než dojde k úniku celého obsahu oleje
2. Vybavená ochrana motoru – realizována vybaveným jističem motoru

Elektrický okruh míchadel obsahuje pouze dvě ponorná míchadla, která jsou rozebíhána softstartem a jejich poruchové hlášení přichází od těžkého rozběhu a vybavené ochrany motoru.

V jazyce programu tedy pro celý systém míchání bude obsahovat 10 výstupů pro motory a příslušné ventily hydraulických jednotek a 10 vstupů pro alarmy a zpětné vazby motorů, více viz příloha Tabulka vstupů a výstupů PLC.

4.2.2 Dávkování

Dávkování krmení bude prováděno cca 2 minuty po začátku míchání fermentoru a to tak, že nejprve se spustí šnekový dopravník, jenž je zabudován přímo na stěně fermentoru, poté po cca 5s se spustí pásový dopravník, ten by měl běžet tak dlouho, dokud se konec pásu neobjeví u šnekového dopravníku. Po tomto kroku se spustí frézy sloužící pro kypření materiálu, po rozběhu všech tří fréz se spustí dávkovač, jenž posunuje velmi pomalu krmení k frézám. Všechny motory jsou opatřeny softstartem a hlídá se pouze rozběhový čas a vybavené ochrany.

Celý systém tedy bude obsahovat 6 výstupů z PLC pro motory a 12 vstupů pro vybavené ochrany a zároveň zpětné vazby motorů.

4.2.3 Čerpání

Čerpání se provádí v každém cyklu míchání a to tak, že nejprve se jímka zamíchá mezi sebou a poté se část objemu přepustí do následující jímky. V prvním případě to tedy znamená, že po spuštění míchání fermentoru se začne nejdříve čerpat fermentor – fermentor a poté se část objemu odčerpá fermentor – dofermentor.

Celý systém čerpání je ovládán pomocí soustavy ventilů, přičemž každá z jímek obsahuje 2 pneumatické ventily (ventil výpustný a ventil vpust), dále soustava obsahuje 2 čerpadla a to:

- centrální čerpadlo – zajišťující čerpání F-F, F-DF, DF-DF, DF-DF2
- čerpadlo umístěné v dofermentoru 2 – zajišťující čerpání DF2-DF2 a DF2-VJ

Centrální čerpadlo dále obsahuje ještě další 2 ventily, ze kterých první ventil slouží pro odvod kejdy z čerpadla. Druhý ventil slouží pro odvodušnění čerpadla. Funkce tohoto ventilu je prostá – pokud není aktivní žádná ze sekvencí čerpání, slouží pro odvod vznikajícího plynu v potrubí. Pokud by ventil na čerpadle nebyl otevřený, mohlo by se stát, že potrubí by roztažností digestátu popraskalo.

Každý z ventilů obsahuje horní doraz a spodní doraz sloužící jako zpětná vazba a zároveň pokud se ventily neotevřou, nemůže se spustit ani čerpadlo.

Celý systém čerpání obsahuje tedy 11 výstupů pro ventily a motory a 22 vstupů pro dorazy ventilů a vybavené ochrany motorů + jejich zpětné vazby.

4.3 Popis vytvořeného programu

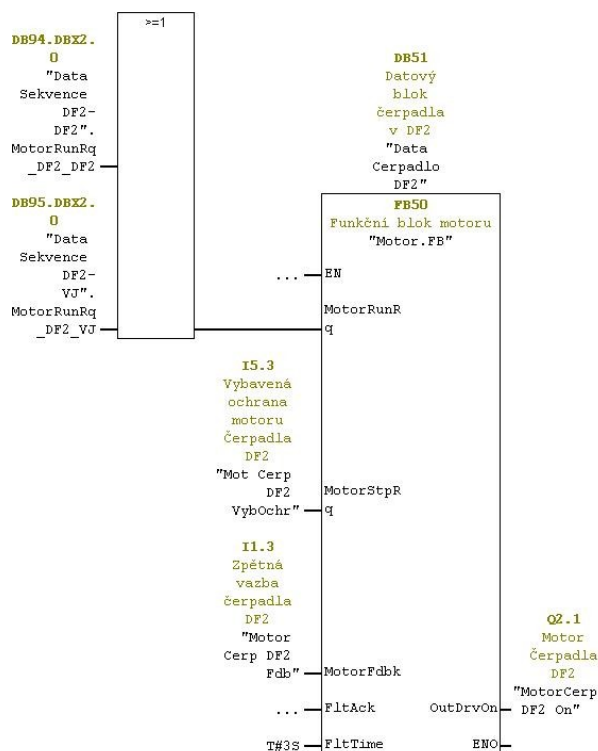
4.3.1 Motory FB50, ventily FB100, FB101

Celá bioplynová stanice je ovládána pomocí motorů a ventilů. Při použití objektově – orientovaného programování (objektově orientované programování je v tomto případě připodobněno objektově

orientovanému programování vyšších programovacích jazyků) musí tyto objekty být vytvořeny jako zvláštní funkční bloky. Tyto funkční bloky mají poté stejnou strukturu, ale liší se datovými bloky. Pomocí těchto datových bloků je možné poté sledovat změny v prvku, popř. rušit poruchy bez použití vizualizace.

4.3.1.1 Funkční blok motoru

Tento blok je vytvořen tak, že při požadavku k chodu motoru se spustí výstup PLC jenž by měl aktivovat motor. Tento požadavek je v kombinaci s požadavkem na zastavení motoru, tohoto se využívá např. u hydraulických jednotek, viz kap. 4.3.2 Míchání. Při aktivaci požadavku na spuštění motoru se automaticky také spouští časovač, jenž má za úkol hlídat dobu rozběhu motoru. Pokud doba rozběhu překročí nastavenou mez, automaticky se aktivuje další krok v bloku, jenž má za úkol hlásit poruchu popř. poruchu resetovat. Jakmile nastane situace, že doba překročila stanovenou mez a porucha motoru se aktivovala, tak po uvolnění motoru popř. opravě se dá tato porucha odstranit buďto potvrzením poruchy – toto může být ve skutečnosti realizováno tlačítkem, nebo potvrzením poruchy vizualizace.



Obr. 6 Aplikovaný funkční blok motoru jako čerpadlo DF2

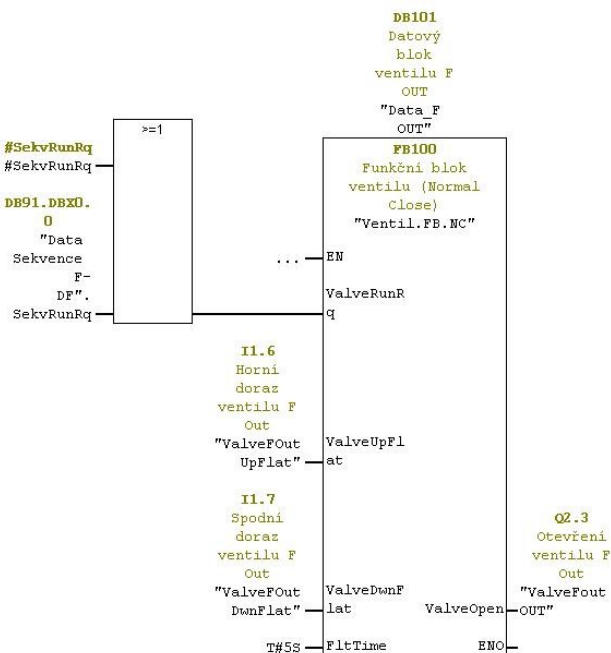
4.3.1.2 Funkční bloky ventilu

Tyto funkční bloky jsou vytvořeny pro dva typy ventilů:

1. Ventil FB100 NC (NormalClose)

Tento typ je vytvořen pro ventil, který je při neaktivitě zavřený. Jeho blok je vytvořen tak, že při požadavku na otevření ventilu se aktivuje výstup PLC. Tento požadavek současně aktivuje časovač, který hlídá zpětnou vazbu, realizovanou horním a spodním dorazem. Při kombinaci požadavku na otevření + horní doraz aktivuje se příznak otevřeného ventilu, čehož se využívá v sekvencích čerpání. Stejně je tomu i při neaktivním požadavku na otevření + spodní doraz.

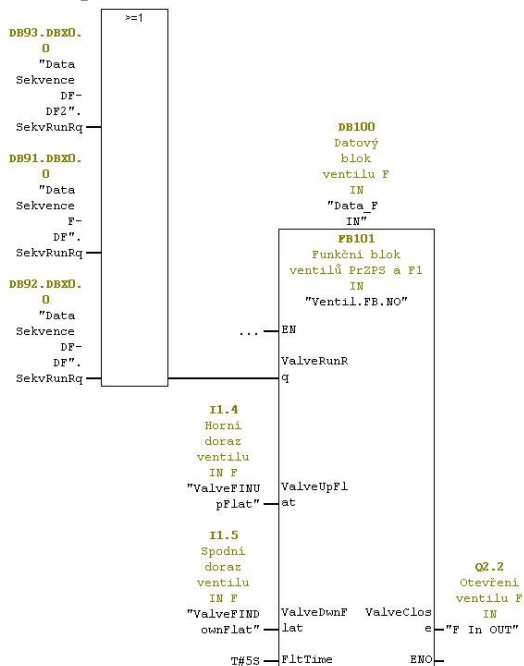
Nedovřený ventil (porucha) se dá, stejně jako je tomu u motoru, aktivovat buďto z tlačítka nebo vizualizace.



Obr. 7 Realizovaný funkční blok ventilu NC

Ventil FB101 NO (Normal Open)

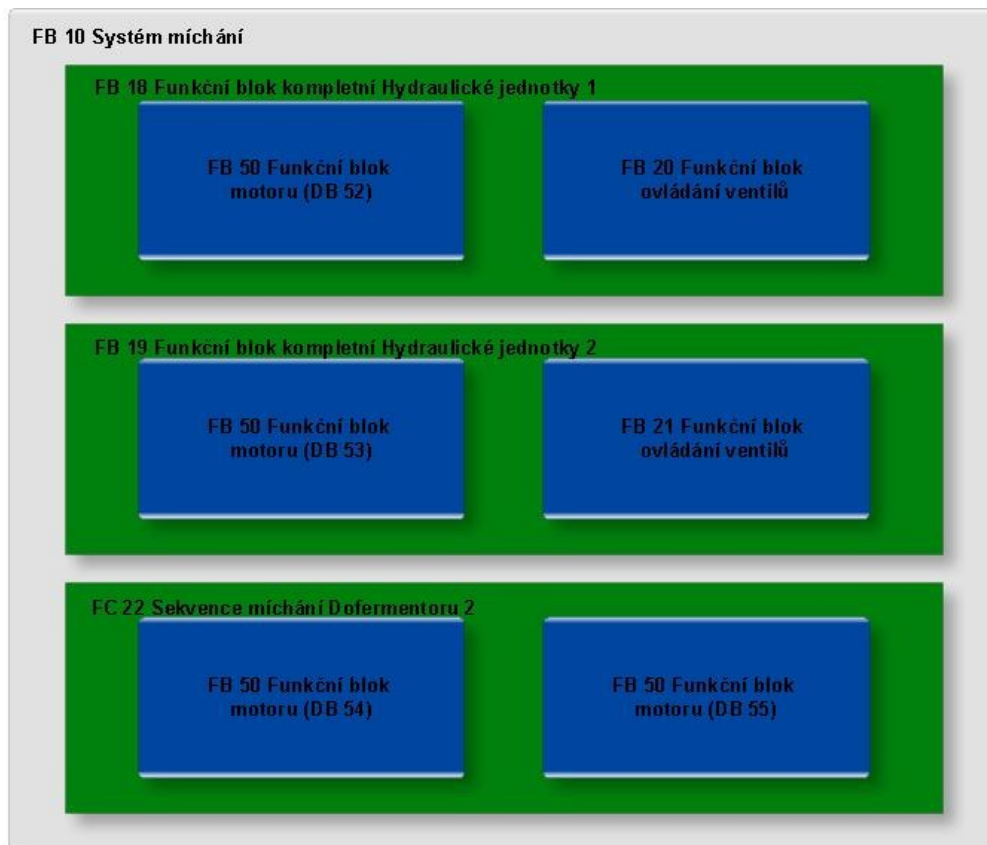
Tento typ ventilu je vytvořen pouze pro dva ventily, které slouží jako odvětrávání čerpadla (ventily PrZPS a F1 IN). Jeho blok je vytvořen stejně jako blok FB100, popsany výše, s tím rozdílem, že při aktivaci se ventil zavírá, nikoliv otevírá.



Obr. 8 Realizovaný funkční blok ventilu NO

4.3.2 Míchání FB10, FB18, FB19, FB20, FB21

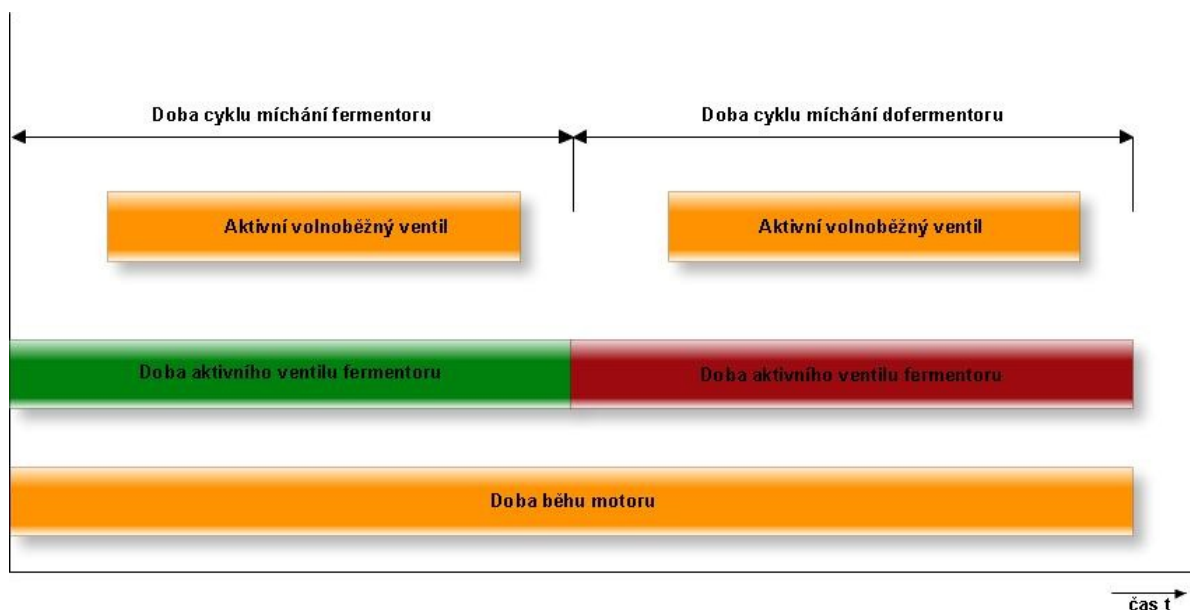
Systém míchání je vytvořen v nejvyšším funkčním bloku (FB10) tak, že tento blok obsahuje nejprve kompletní hydraulickou jednotku 1, dále kompletní hydraulickou jednotku 2, sekvenci míchání dofermentoru 2 a příznak, který spouští dávkování.



Obr. 9 Rozkreslený systém míchání

Každá hydraulická jednotka se skládá z funkčního bloku motoru, který je vytvořen univerzálně (motory se liší pouze datovými bloky - DB), dále nastavením času po kterou bude motor spuštěn (doba se skládá z času nastaveným jako cyklus fermentoru + cyklus dofermentoru a časů nastaveného mezi rozběhem, přepínáním a doběhem motoru) a funkčním blokem, který se stará o ovládání ventilů a nastavování příslušných časů. Tyto jednotky jsou také vybaveny příznaky, které oznamují programu, že se míchá buďto fermentor nebo dofermentor – tohoto je následně využito pro spuštění sekvencí čerpání a dávkování.

Ovládání ventilů je vytvořeno tak, že s motorem se spouští i ventil fermentoru, jenž je spuštěn po dobu míchání cyklu + dobu pro rozběh. Po spuštění ventilu fermentoru se připojí i volnoběžný ventil, jehož aktivní doba se dá nastavit v bloku FB 18 (ozn. CycleF – cyklus míchání fermentoru). Při této kombinaci ventilů je na konci bloku FB 18 příznak, který značí míchání fermentoru. Stejným způsobem je vytvořen i cyklus míchání pro dofermentor. Pro jednoduchost jsou zde ovládány jakoby dva volnoběžné ventily (volnoběžný ventil pro cyklus fermentoru a volnoběžný ventil pro cyklus dofermentor, ozn. „valvevolno1“, popř. „valvevolno2“), které jsou dále v bloku sjednoceny do jednoho signálu.



Obr. 10 Časové rozložení míchacích cyklů

Míchání dofermentorů 2 (FC22) je vytvořeno za použití pouze dvou motorů, jejichž doba běhu se nastavuje časovačem v bloku FB10. Jako každé míchání je i toto vybaveno příznakovým signálem „MichDF2“, jenž je kombinací aktivních výstupů z PLC a příslušných zpětných vazeb.

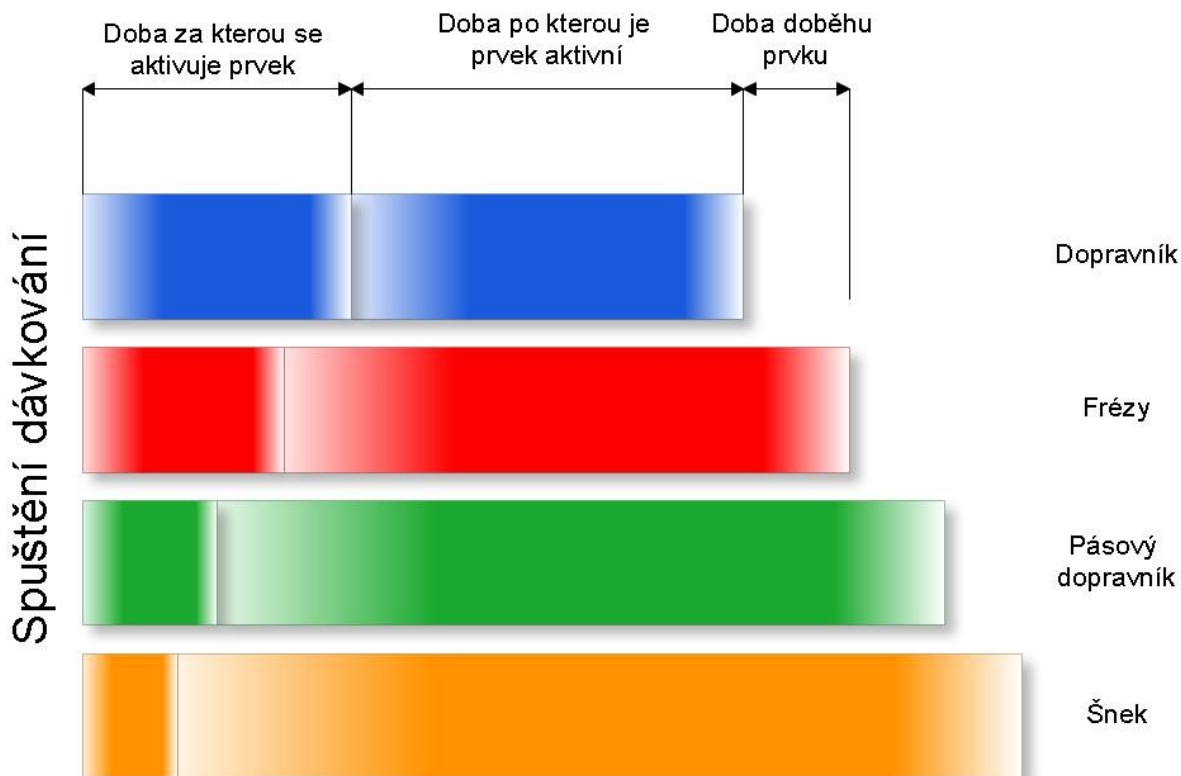
4.3.2.1 Ochrana prvků při poruše

Jelikož je míchání pouze „motorová“ záležitost, hlídá se zde pouze doba rozběhu a vybavené ochrany všech motorů. U ventilů hydraulických jednotek je vytvořena podmínka aktivní zpětné vazby a aktivního požadavku na spuštění, jinak se ventily nespustí. Dále je zde hlídání hladiny oleje v nádobě, která motor nespustí, dokud nebude v nádrži dostatečné množství oleje.

4.3.3 Dávkování FB30

Režim dávkování nebyl vytvořen jako sekvence, na kterou program nějak navazuje, spíše se jedná o sekvenci, na kterou program odkazuje a spouští ji jako „vedlejší“, tudíž pokud se tato sekvence nespustí, nemá to na cyklus programu vliv. V této funkci je ovládání každého prvku naprogramováno do třech „kroků“, přičemž první z nich nastavuje interval, za který se daný prvek spustí (např. po přijetí požadavku na dávkování se šnek spustí za X sekund). V dalším kroku se nastavuje doba, po kterou bude prvek aktivní. Nastavení časů, po kterých jsou prvky aktivní, musí být nastavována podle diagramu na obr. 11, jinak by mohlo docházet k zanesení a následnému poškození prvků

následujících. V posledním kroku je pouze propojení časových intervalů s odkazem na příslušný motor.



Obr. 11 Přehled časování dávkování

Z diagramu je vidět, že celková doba, po kterou bude dávkování v provozu, se nastavuje „aktivní“ dobou dopravníku. Příslušné doby aktivace a doběhu prvků se nastaví v závislosti na použité technologii dávkovacího systému. Nejlépe je nastavovat tyto hodnoty tak, aby po vypnutí dopravníku frézy běžely tak dlouho, dokud se kolem nich nevytvoří prázdné místo. Pásový dopravník by se měl také vyčistit, aby zvláště v zimním období nedocházelo k přimrzání krmení. Doba vypnutí šneku může být krátká až nulová, protože pokud není aktivní pásový dopravník, nemá co ucpat šnekovici.

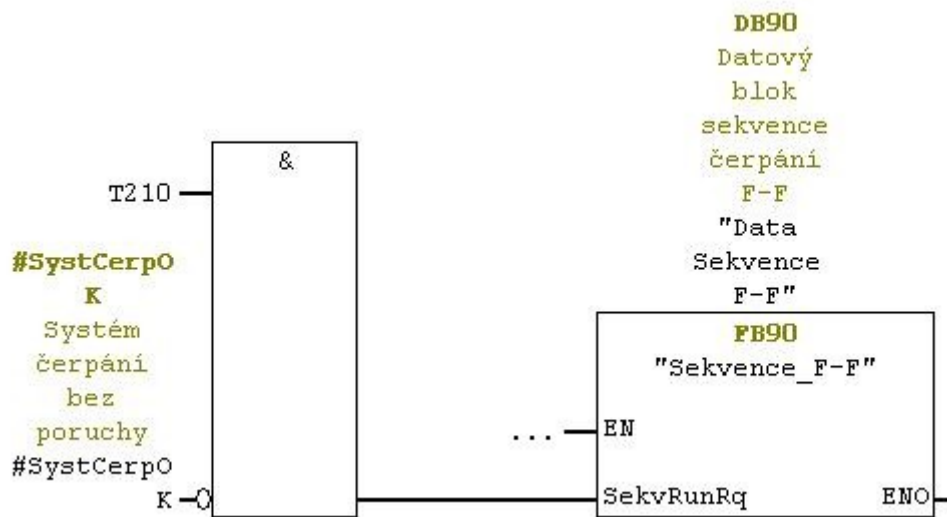
4.3.3.1 Ochrana prvků při poruše

V kroku bloku 13 – 18, které slouží jako aktivace příslušných motorů, byly vytvořeny blokace jednotlivých prvků tak, že vybavené ochrany a poruchy jednotlivých motorů blokují vždy nejenom samy sebe, ale také prvek před sebou. Toto opatření chrání zařízení a následně pak práci obsluze, která by poté musela pracně ucpané prvky čistit. Např. při poruše šneku, kdy by pásový dopravník zcela šnek zahltil a mohlo by dojít nejen k poškození šnekovice, ale také poškození pásu jako takového.

4.3.4 Čerpání FB1, FB90-95

Sekvence čerpání byly vytvořeny tak, že první dva kroky v každé sekvenci se starají o zavření ventilů F1 IN a PrZPS. Ventil F1 IN se zavírá v sekvencích F-DF, DF-DF, DF-DF2, DF2-DF2, DF2-VJ, proto je v každém funkčním bloku přiřazeno k tomuto ventilu tolik vstupů. Ventil PrZPS se zavírá v každé sekvenci, otevřený je pouze pokud čerpání není aktivní. Dále je v každé sekvenci tolik ventilů, kolik

se má otevřít. Otevření všech ventilů a tím pádem požadavek na spuštění čerpadla, je signalizováno příznakem, který hlídá správný stav všech ventilů, aby nedošlo k situaci, kdy ventily nebudou otevřeny a spouští se čerpadlo. Přecherpaný objem se dá nastavit časovači, které jsou umístěny ve FB1. Při nastavování této doby je třeba počítat s tím, že skutečná doba je o to menší, jak dlouho se rozebíhá čerpadlo a otevírají ventily.



Obr. 12 Funkční blok sekvence čerpání

4.3.4.1 Ochrana prvků při poruše

Systém reaguje na poruchy tak, že ve FB1 je vytvořen příznak, který hlídá příznaky poruch od všech ventilů a obou čerpadel. Pokud se jeden z ventilů neotevře, nebo nedovře tj. pokud doba otevírání/zavírání překročí nastavenou hodnotu, objeví se porucha přímo ve funkčním bloku ventilu, ale také v tomto příznaku. Pokud bude tento příznak aktivní, nespustí se ani jedna ze sekvencí. Porucha se dá odstranit zásahem z vizualizace. Také jsou v každém funkčním bloku vytvořeny příznaky, které dbají na to, aby příslušné ventily příslušných sekvencí byly otevřeny, aby nedocházelo k případům, kdy se ventily nespustí a spustí se čerpadlo.

5. Implementace řídicího softwaru pro PLC, návrh simulace řízeného systému

V minulosti byly možnosti testování aplikačního software před uvedením do provozu velmi omezené, v některých případech dokonce žádné. Aplikační software se testoval a upravoval přímo na reálné řízené technologii při uvádění do provozu. Tato praxe uvádění řídicího systému do provozu však byla časově náročná a často neúměrně zvyšovala celkovou cenu projektu. Také nebylo možné vyzkoušet a otestovat reakce řídicího členu na všechny možné poruchové a havarijní stavy řídicího systému.

V současnosti je situace v průmyslové praxi odlišná. Pro testování aplikačního softwaru se používají nástroje a programy pro modelování a simulaci výrobních technologických procesů. Jsou navrhovány a optimalizovány regulační algoritmy, testuje se sekvenční logika a uživatelské rozhraní, testují se reakce na poruchy a havarijní stavy řídicího systému. Porovnáním s dřívější praxí bez simulace technologických procesů to sice přináší v realizační části náklady navíc, ty se však mnohdy několikanásobně vrátí při uvádění systému do provozu, které trvá kratší dobu, než tomu bylo dříve.[9]

5.1 Použitý software pro vytvoření simulace

SIMIT SCE je řešením firmy Siemens specificky určený pro testování automatizačními inženýry a používá se pro virtuální uvádění SIMATIC aplikačního software. Díky funkční simulaci technického vybavení nebo celého provozu a jeho vizualizace, je možno testovat PLC program v reálných podmínkách.

Uživatelé mohou pochopit úkol rychleji a mohou se zaměřit na vytváření PLC programu. Simulace se dá vyzkoušet v jakémkoliv čase a díky kvalitnímu zobrazení je zde i větší motivace najít správné automatizační řešení.

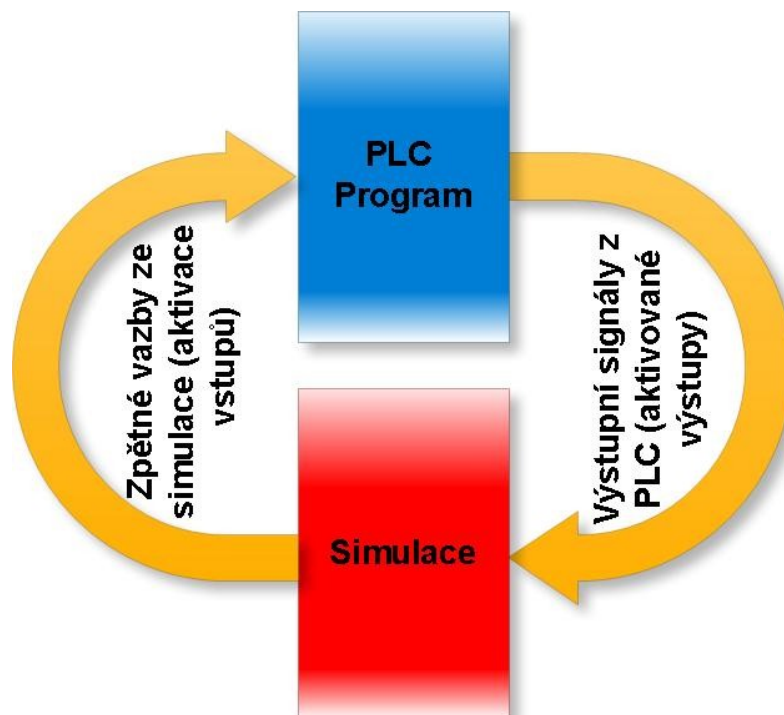
SIMIT SCE Studentská licence umožňuje uložit simulační projekt v podobě spustitelné simulace a používat ji pro testování, nelze ji však měnit. Je potřeba mít na počítači nainstalovaný software SIMIT4Students.[10]

5.2 Popis vytvořené simulace

Jelikož PLC řídí celý systém, byla vytvořena simulace pro řízenou technologii, v tomto případě pro motory a pneumatické ventily. Na obr. 13 je vyobrazeno schematické propojení simulace s PLC programem. PLC program zasílá aktivováním výstupů signály do simulačních maker, které signál zpracují a vyšlou zpětnou vazbu aktivací vstupů PLC programu.

[9] VŠP Jihlava. *Modelování procesů: Sborník příspěvků z konference*. 1. Vydání. Jihlava. Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2010.67s

[10] Siemens AG. *SIMIT SCE 7. User manual*, 2010.8s.



Obr. 13 Schematické propojení Simulace - PLC program

5.2.1 Popis simulace jednotlivých prvků:

Jednotlivé prvky jsou kvůli přehlednosti vytvořeny v tzv. makrech, tzn., že základní logické členy jsou v určitých funkčních skupinách a na ploše se pouze zobrazí „blok“ ke kterému se pak pouze připojí vstupy a výstupy.

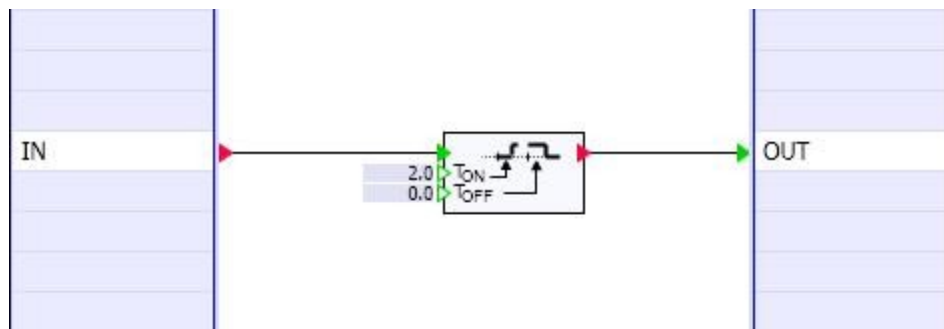
Celá obrazovka v programu SIMIT SCE 7 je vytvořena tak, aby kopírovala obrazovky vizualizace. První část obrazovky se zabývá simulováním míchacího systému, kdy vlevo pod sebou jsou vytvořeny makra motorů hydraulických jednotek. Vedle nich jsou pod sebou bloky motorů míchadel zajišťující míchání dofermentoru 2.

Další část obrazovky se zabývá simulací čerpacího systému, přičemž zde byly nakresleny schematicky všechny tři jímky a centrální čerpadlo. Na každé jímce jsou tedy dva ventily, jeden jako vstupní (ozn. IN), jeden jako výstupní (ozn. OUT). Výstupní ventily jsou schematicky propojeny potrubím s centrálním čerpadlem, na kterém jsou další dva ventily. Jímka dofermentor 2 obsahuje kromě přívodního a odvodního ventilu, také čerpadlo, jehož makro je také umístěno v schematickém bloku jímky.

Poslední část obrazovky je simulace systému dávkování. Zde je opět podle vizualizace schematicky vytvořený pohled na celý systém. Simulovanými prvky jsou zde motory a to od šnekového dopravníku, pásového dopravníku, všech třech fréz a podávacího dopravníku.

Simulace motorů:

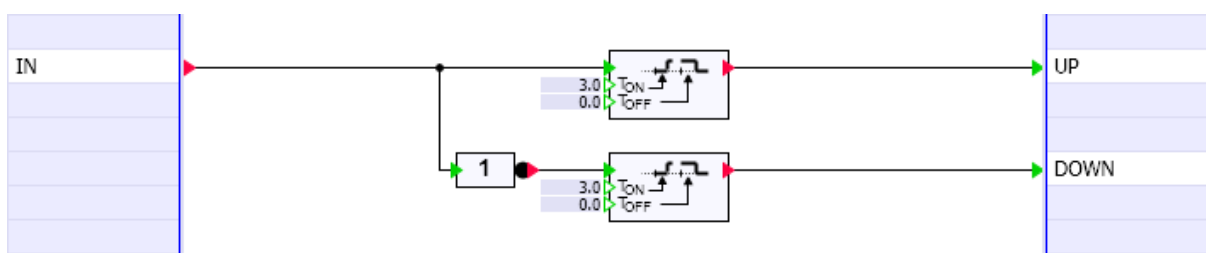
Motory jsou v tomto projektu řešeny tak, že aktivací výstupu z PLC se spustí časovač, který simuluje dobu rozběhu motoru. Tento časovač po uplynutí nastavené doby aktivuje příslušný výstup ze simulace, tzn. vstup do PLC a ten poté zastaví časovače hlídající dobu rozběhu, viz obr. 14.



Obr. 14 Makro simulovaného motoru

Simulace ventilů:

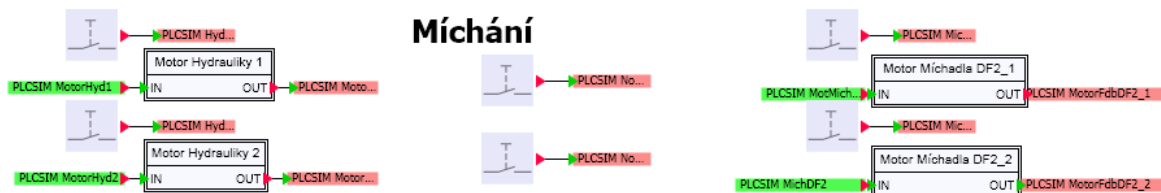
Pro simulaci ventilů jsou vytvořeny makra tak, že pokud se aktivuje požadavek na otevření ventilu, aktivuje se časovač, který po uplynutí nastavené doby aktivuje v připojeném PLC signál horního dorazu. Pokud se ventil zavírá, tzn., že aktivační signál není aktivní, spustí se časovač se zpožděným zapnutím, který po uplynutí nastaveného času aktivuje signál spodního dorazu. Pokud by byl při zavírání ventilu použit časovač se zpožděným vypnutím, nastala by situace, kdy ventil není ani na jednom doraze. Makro simulovaného ventilu je vyobrazeno na obr. 15.



Obr. 15 Makro simulovaného ventilu

5.2.2 Simulační obrazovka míchání

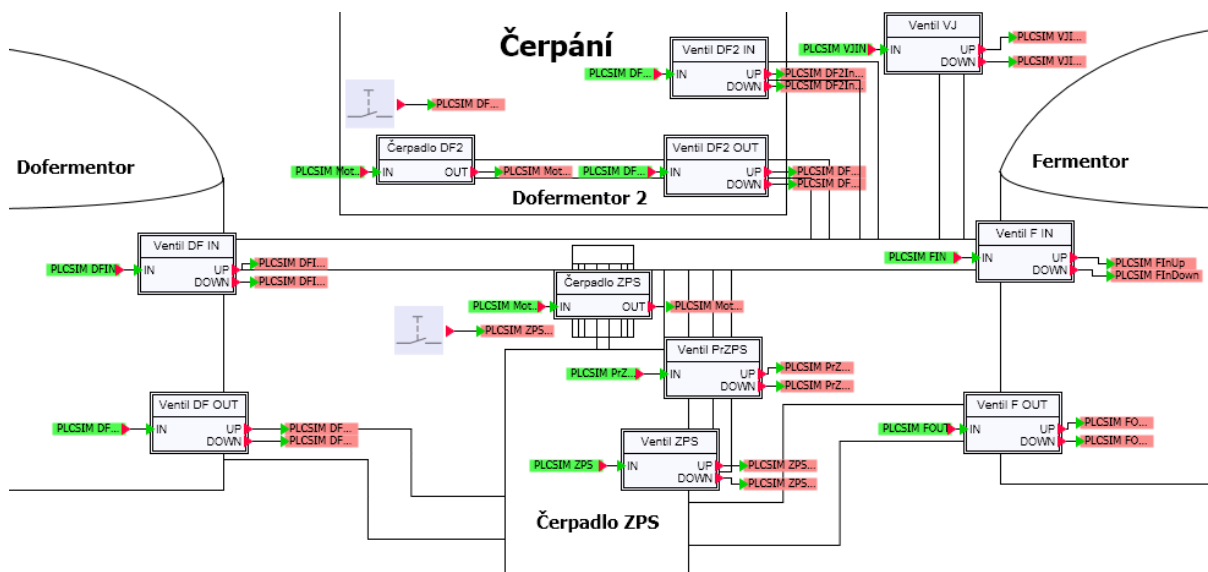
Tato obrazovka byla vytvořena velmi jednoduše, na obrazovce jsou pouze motory hydraulických jednotek a motory elektrických míchadel. Další prvky v systému míchání nebylo třeba simulovat. Nad každým makrem motoru bylo vytvořeno tlačítko, které má reprezentovat vybavenou ochranu motoru. Uprostřed obrazovky byly vytvořeny další dvě tlačítka, jež mají za úkol simulovat nízkou hladinu oleje v nádrži. Obrazovka míchání je vyobrazena na obr. 16.



Obr. 16 Simulační obrazovka míchání

5.2.3 Simulační obrazovka čerpání

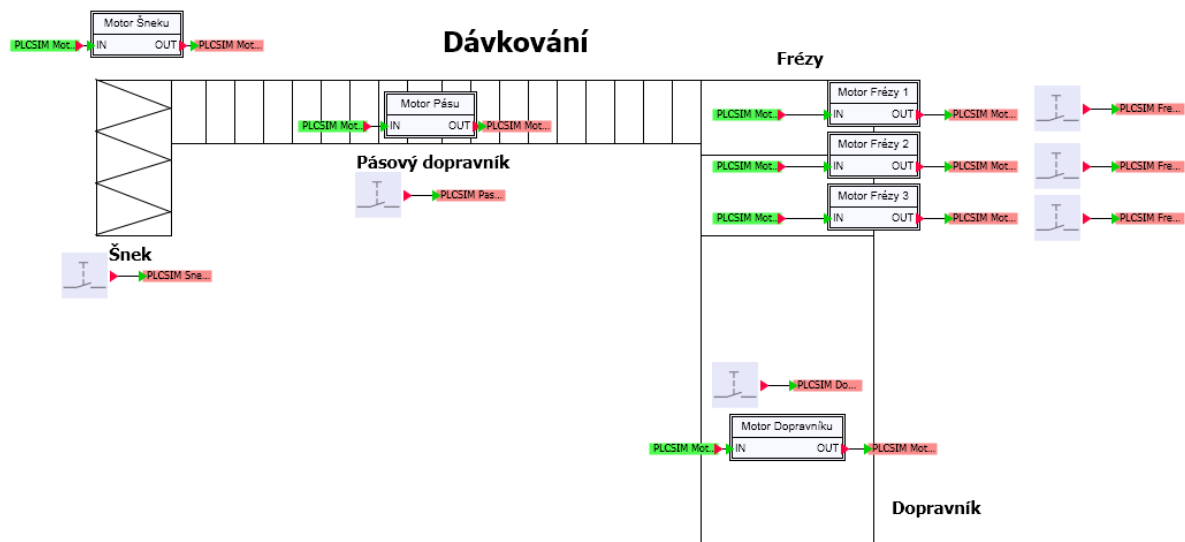
Na této obrazovce jsou, z důvodu přehlednosti, pouze schematicky nakresleny jímky s celým systémem ventilů a čerpadel. Obrazovka je nakreslena jako připodobnění vizualizaci. Zde byly opět vytvořeny tlačítka reprezentující vybavené ochrany motorů.



Obr. 17 Simulační obrazovka čerpání

5.2.4 Simulační obrazovka dávkování

Tato obrazovka je opět připodobněním vizualizační obrazovce. Opět byla vytvořena i s tlačítky vybavené ochrany. Vlevo je symbolicky nakreslen šnek nad ním je pak jeho simulační makro. Na něj navazuje pásový dopravník. Toto spojení je pak dokončeno krmným stolem s frézami a dopravníkem.



Obr. 18 Simulační obrazovka dávkování

6. Návrh implementace vizualizace

6.1 Použitý software pro vytvoření vizualizace

Wonderware InTouch - tento program představuje nejrychlejší a nejjednodušší způsob, jak vytvořit aplikace rozhraní člověk - stroj (HMI – Human Machine Interface) pro operační systémy Microsoft Windows.

Aplikace InTouch jsou rozšířeny po celém světě v různých průmyslových odvětvích (potravinářství, ropný, strojný, chemický průmysl a další sektory). Použitím programu InTouch je možné vytvořit výkonné, funkčně bohaté aplikace, které využívají klíčové funkce prostředí Microsoft Windows, včetně ovládacích prvků ActiveX, propojování a vkládání objektů (OLE), grafiky a dalších. Program InTouch lze také rozšířit přidáním uživatelských ovládacích prvků ActiveX.

InTouch se skládá ze tří hlavních částí: WindowMaker, WindowViewer a InTouchApplicationManager. V rozhraní InTouchApplicationManager se zobrazuje přehled vytvořených aplikací InTouch. V tomto rozhraní lze také upravit nastavení aplikace tak, aby běžela jako služba.

Program WindowMaker je vývojové prostředí, v němž se z objektově orientovaných grafických prvků vytváří interaktivní, „dotykově citlivá“ zobrazovací okna. Objekty v těchto oknech mohou být připojeny k průmyslovým vstupně-výstupním zařízením a k jiným aplikacím v operačním systému Microsoft Windows. WindowViewer je uživatelské runtime prostředí, které zobrazuje grafická okna vytvořená v programu WindowMaker. WindowViewer také vykonává skriptovou část aplikace InTouch [11]

6.2 Popis vizualizace

Celá vizualizace je vytvořena tak, aby co nejvěrněji kopírovala reálné prvky systému a aby obsluha neměla problém s adaptováním na vizualizaci. Podle ní jsou vytvořeny obrazovky simulace.

6.2.1 Okno „Přehled“

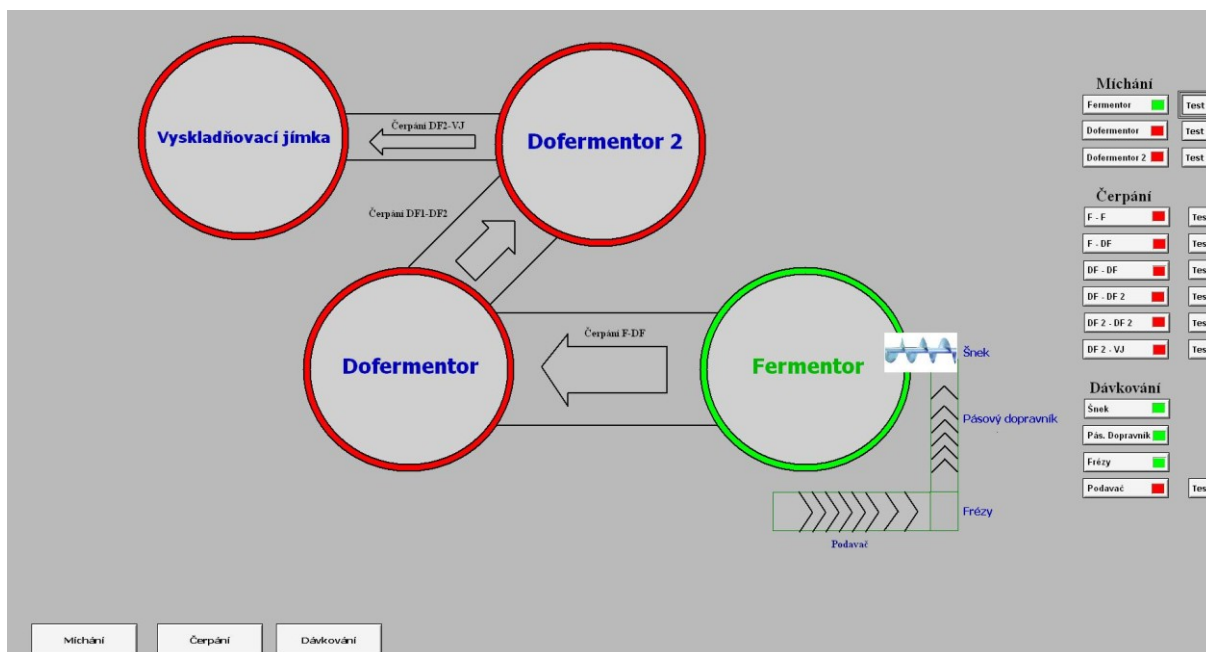
Přehledové okno, jakožto úvodní obrazovka vizualizace, dává základní informace o systému. Na obrazovce jsou vidět aktivní cykly míchání, které umocní zelené podbarvení každé z jímek (na místo neaktivní červené barvy) pokud bude míchání aktivní.

Všechny sekvence čerpání budou aktivovat zelená políčka v pravé straně obrazovky a zároveň, pokud se bude čerpat z jímky do jímky, vyplní se světle šedé šipky zelenou barvou, což značí přečerpávání.

Obdobné je tomu u režimu dávkování, kde aktivní prvky změní obrysovou barvu na zelenou, viz obr. 19.

Protože vizualizace není připojena na program, jsou zde testovací tlačítka umístěna na pravé straně obrazovky. Tyto tlačítka slouží pro otestování funkčnosti podbarvení.

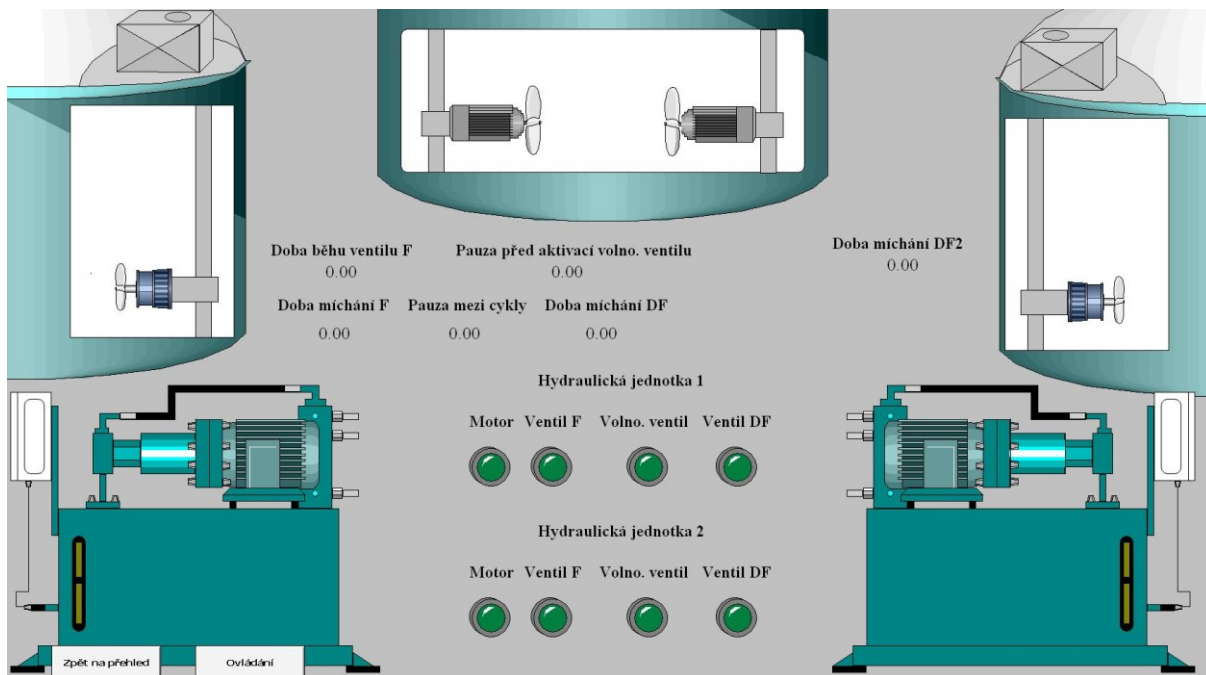
[11] Invensys Systems Inc. *WonderwareFactorySuite.InTouch 9.5. Uživatelská příručka*. 2005. 7s.



Obr. 19 Přehledové okno vizualizace

6.2.2 Okno „Míchání“

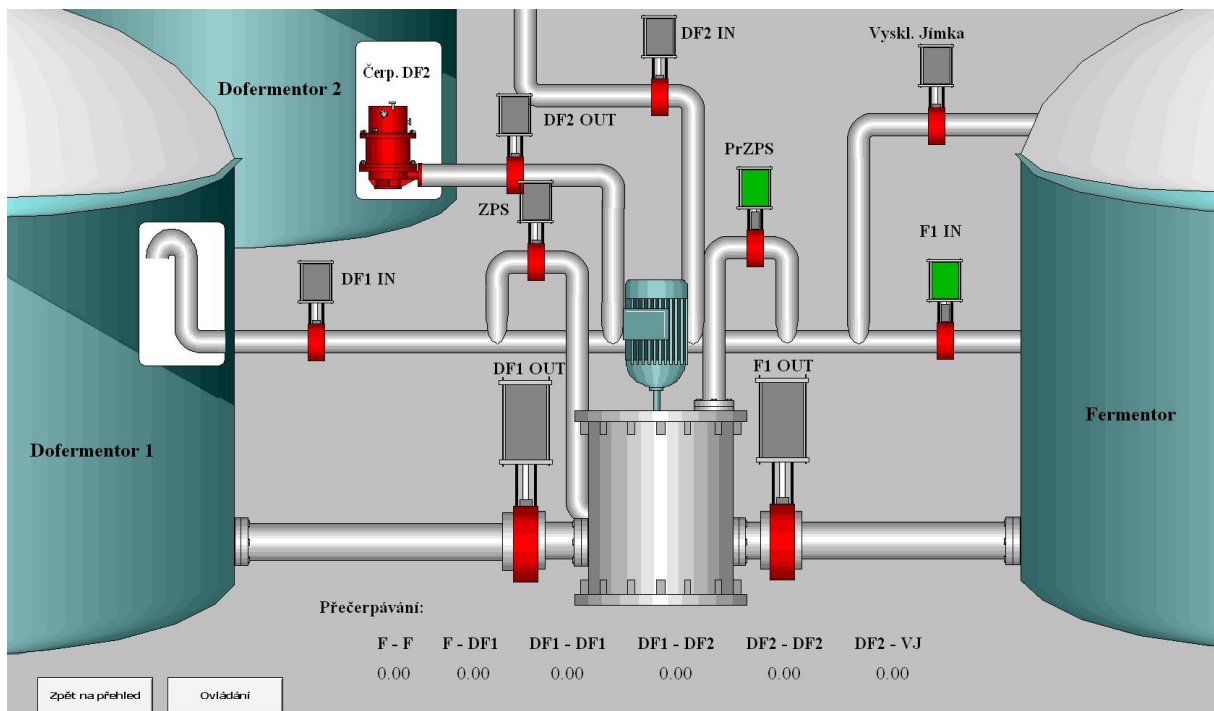
V tomto okně byla vytvořená věrná kopie reálných hydraulických jednotek, které jsou umístěny v popředí okna. Na pravé straně je jímka fermentoru s ponornou jednotkou nakreslenou v řezu jímky. Na levé straně je řez jímky dofermentoru, přičemž uprostřed vzadu je řez jímky dofermentoru 2 s jeho ponornými elektrickými míchadly. Pod jímkou dofermentoru 2 jsou umístěny odkazy na nastavování časů míchání. Aktivace příslušných ventilů a hydraulických jednotek je umístěna uprostřed obrazovky.



Obr. 20 Vizualizační okno míchání

6.2.3 Okno „Čerpání“

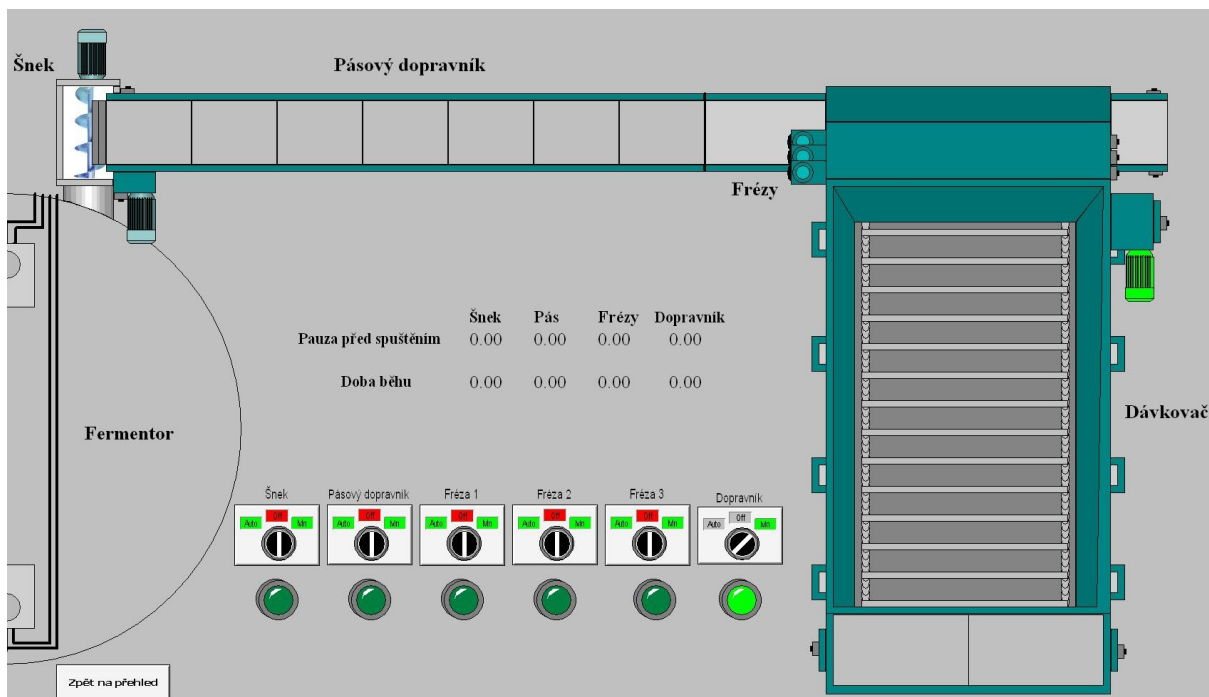
Vizualizační okno čerpání zobrazuje celý systém ventilů a čerpadel, přičemž každý z nich má vlastní popis, který umožňuje lepší orientaci. Centrální čerpadlo je umístěno uprostřed a spojuje jímky fermentoru a dofermentoru pomocí výpustných ventilů. Vlevo dole je umístěno tlačítko „Ovládání“ pomocí kterého se dají otevírat a zavírat ventily tak, jak je ukázáno na obr. 21. Po aktivaci ventilu se jeho tělo vybarví do zelena a vytáhne se ventilová deska. Po aktivaci čerpadla se jeho tělo zbarví do zelena. Dole pod čerpadlem jsou umístěny časové displeje, které nastavují přečerpávaný objem.



Obr. 21 Vizualizační okno čerpání

6.2.4 Okno „Dávkování“

Po kliku na okno dávkování se objeví letecký pohled na celý dávkovací systém včetně dávkovače, fréz, jenž jsou zabudovány do dávkovače, pásového dopravníku, který nakypřený materiál posouvá až ke šneku a dále do fermentoru. Uprostřed jsou umístěny časové displeje, které nastavují dobu před spuštěním prvku a aktivní dobu prvků. Pod těmito displeji jsou umístěny ovládací přepínače, které po přepnutí do režimu „Man“ vybarví příslušný motor do zelena, také se rozsvítí signalizační světlo. Tato aktivace se opět zobrazí i na hlavní obrazovce. Pro ukázkou je spuštěný motor dopravníku na obrázku 22.



Obr. 22 Vizualizační okno dávkování

7. Otestování řídicího systému. Diskuze dosažených výsledků.

Pro testování takto navrženého programu bylo použito nejenom časových intervalů použitých v simulaci, ale také vstupů, jenž jsou označeny jako alarmy, nebo vybavené ochrany, viz příloha „Tabulka vstupů a výstupů“. Testování probíhalo tak, aby zahrnovalo všechny možné stavy, jež mohou v reálném systému nastat. Při testování motorů se sledovala odezva na zvýšenou dobu rozběhu (čas nastavený v simulaci) a vybavené ochrany motoru. Při testování pneumatických ventilů byly měněny pouze časy zdvihu a spuštění ventilu.

7.1 Testování míchacího systému

Tento systém se celkově skládá ze čtyř motorů (2 motory hydraulické jednotky, 2 motory elektrická míchadla), proto je nasnadě, že pokud se nerozběhne motor hydraulické jednotky, nemůže se spustit ani blok ovládání ventilů (FB20, FB21). Tohoto je v každé hydraulické jednotce docíleno tím, že funkční blok ovládání ventilů se spustí kombinací výstupu z PLC pro motor a zpětné vazby motoru. Tímto je zajištěno to, že ventily nebudou aktivní, pokud nebude aktivní motor. Dále jsou hydraulické jednotky chráněny před hromadným únikem oleje signálem „Nízká hladina oleje Hyd1“ a „Nízká hladina oleje Hyd2“. Dále jsou funkční bloky ovládání ventilů propojeny tak, aby při odstranění poruchy během cyklu míchání druhé (funkční) hydraulické jednotky se opravená jednotka „synchronizovala“ s funkční a nerozhodil se tak celý systém. Tohoto je docíleno vždy v 5. a 9. kroku bloku tím, že jsou propojeny na resetovací kontakt klopného obvodu nejenom časovače samotné jednotky, ale také druhé jednotky. Toto bylo testováno prodloužením zpětné vazby jednoho z motorů, což následně vyvolá poruchu motoru. Tato jednotka se nerozběhne, ale druhá jednotka pokračuje normálně v cyklech. Po odstranění poruchy (zkrácení doby rozběhu) se motor rozběhne, aktivují se ventily a pokračuje se v cyklech. V dalším kole se již systém chová normálně.

U elektrických míchadel se hlídá pouze zpětná vazba a vybavená ochrana.

7.2 Testování čerpacího systému

Čerpací systém, který tvoří 2 čerpadla a 9 ventilů byl otestován tak, že nejprve se testoval systém na situaci, kdy se jeden z ventilů neotevře v daném časovém intervalu. Systém pak na to samozřejmě reagoval poruchou ventilu a dále se aktivoval příznak „SystCerpOK“, který značí, že je některý z prvků v poruše a nedovolí pak, aby pokračovaly ani další sekvence i v ostatních cyklech. Tento příznak reaguje i na poruchy obou čerpadel. V každé sekvenci je navíc vytvořen příznak, který hlídá otevření příslušných ventilů, aby nedocházelo k situacím, kdy se spouští čerpadlo a ventily nejsou otevřeny.

Testování v situaci, kdy se ventil nedovře anebo se zavírá, je obdobné postupu výše popsanému. V tomto případě se samozřejmě také značí porucha ventilu a také se aktivuje příznak „SystCerpOK“.

Pokud nastane některá z těchto situací, systém se chová tak, jakoby se normálně čerpalo, až do uplynutí času nastaveného na časovačích sekvencí, poté se další sekvence nespustí, protože je již aktivovaný příznak „SystCerpOK“

7.3 Testování dávkovacího systému

Testování dávkovacího systému probíhalo obdobně jako u testování čerpání. Každý motor má na svém vstupu blokace od ostatních motorů. Také je zde vytvořen příznak „SystDavkOK“, jenž má za úkol přepnout se do logické 1 v případě, že se objeví těžký rozběh na některém z motorů.

Blokace na vstupu motorů byla vytvořena tak, aby se při vypadnutí některého z prvků, vypnul prvek, který leží za ním.

Pro příklad: při vypadnutí ochrany motorů pásu, se automaticky vypnou nebo nerozběhnou frézy a ani dopravník. Šnek může dále po dobu dávkování běžet. Stejně je to pak i při vypadnutí ostatních prvků.

8. Závěr

Tato práce se zabývá řízením celého provozu bioplynové stanice. V první části bylo představeno co to bioplynová stanice je, jaké procesy v ní probíhají, jaký je účel a jaké typy stanic existují. Byly zde uvedeny výhody a nevýhody těchto stanic. Další část se zabývá provozem, vypsány jsou zde existující druhy stanic podle vstupních surovin a uvedeny srovnání České republiky a Německa – jenž je považováno v tomto odvětví za velmoc, v počtu postavených stanic.

Čtvrtá kapitola se již zabývá návrhem řídicího systému na bázi programovatelného automatu. Nejprve jsou podkapitoly, které popisují systém z hlediska požadavků na něj. Následně navazují kapitoly, jež popisují vytvořený program a jeho ovládání.

Pátá kapitola se zabývá simulací řízené technologie, jenž spočívala v simulaci aktivních prvků (motorů, ventilů). Simulace spočívala v aktivaci zpětných vazeb (aktivaci PLC vstupů). Vše je pro přehlednost doplněno schematickým vyobrazením.

Šestá kapitola popisuje vytvoření vizualizačního prostředí. Všechny obrazy byly vytvořeny tak, aby co nejvěrněji kopírovaly reálné prostředky. Toto prostředí bylo vytvořeno tak, aby se dalo otestovat i bez použití programu (tlačítka test, popř. přepínače AUTO/MANUAL).

Poslední kapitola je kapitola testování. Toto testování bylo provedeno podle nejčastějších poruch, jež mohou nastat v reálné bioplynové stanici. Tyto situace byly realizovány pomocí vstupů představující vybavené ochrany a příslušné těžké rozběhy byly nastaveny simulací. Chybějící reakce na tyto poruchy byly zaneseny mezi instrukce, pokud je program ještě neměl.

Seznam použité literatury

- [1] CZ Biom, Bioplynová stanice Pustějov. *Biom.cz* [online]. 2007-03-15 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/biopl原因ove-stanice/biopl原因ova-stanice-pustejov>;. ISSN: 1801-2655.
- [2] Enwiki, Bioplynová stanice. *Enwiki.cz* [online]. 2013-04-29 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.enwiki.cz/wiki/Biopl原因ov%C3%A1_stanice#cite_note-7
- [3] Wikipedie, Bioplyn. *Wikipedia.org* [online]. 2013-03-08 [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Biopl原因yn>
- [4] JMA Technology s.r.o., Bioplyn. *Biopl原因ove-stanice.com* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.biopl原因ove-stanice.com/cze/index.php?action=page_detail&id=2
- [5] EnergiePlus, Jak fungují bioplynové stanice?. *Eon.energieplus.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://eon.energieplus.cz/ekologicka-energie/biopl原因yn-1/jak-funguji-biopl原因ove-stanice-ukazkovy-priklad-zajimaveho-reseni-z-trebone>
- [6] Nazeleno, Bioplynová stanice. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/biopl原因ova-stanice.dic>
- [7] Zat a.s., Řídící a monitorovací systém bioplynových stanic. *Zat.cz* [online]. [cit. 2013-30-04]. Dostupné z WWW: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDOQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.zat.cz%2Fen%2Fdownload%2Fdocuments%2Fdoc_download%2F1501-biopl原因ove-stanice&ei=ypx2UdrjHYaD4ATGw4CIAg&usg=AFQjCNHn7wLAzK7f2-Lh7K6yZAqTRkkPmg
- [8] Siemens AG. *SIMATIC. Programming with STEP7. Manual*. 702s. 6ES7810-4CA10-8BW0
- [9] VŠP Jihlava. *Modelování procesů: Sborník příspěvků z konference*. 1. Vydání. Jihlava. Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2010. 200s. ISBN 978-80-87035-32-0
- [10] Siemens AG. *SIMIT SCE 7. User manual*. 2010. 53s. SIMIT-HB-SCE-2010-10-en
- [11] Invensys Systems Inc. *WonderwareFactorySuite.InTouch 9.5. Uživatelská příručka*. 796s.
- [12] <http://www.ttr.cz/images/snekovice.jpg>

Seznam použitých zkratk

F	Fermentor
FB	Function Block – funkční blok – blok obsahující jednotlivé instrukce (obvody AND, OR...)
FC	Function – Funkce – tento blok je podobný bloku FB, ale nemá vyčleněn vlastní datový blok a tudíž není možné zachovat data (vstupní/výstupní) i pro běh v dalším cyklu.
DB	Data Block – datový blok – blok dat, jenž je přiřazen každému funkčnímu bloku, uchovávají se v něm data z funkčního bloku
DF	Dofermentor
DF2	Dofermentor 2
KGJ	Kogenerační Jednotka
PLC	Programmable Logic Controller – Programovatelný logický automat – průmyslový počítač používaný pro automatizování procesů
VJ	Vyskladňovací Jímka
cca	circa – latinský význam slova přibližně
kap.	kapitola
např.	například
obr.	obrázek
ozn.	Označeno
s	sekunda – jednotka času
str.	strana

Seznam obrázků

Obrázek 1	Schéma kombinace mokré a suché bioplynové stanice	str. 13
Obrázek 2	Schéma mokré bioplynové stanice	str. 13
Obrázek 3	Schéma vytváření programu v STEP7	str. 18
Obrázek 4	Blokové schéma procesu	str. 19
Obrázek 5	Schéma řídicího systému	str. 20
Obrázek 6	Aplikovaný funkční blok motoru jako čerpadlo DF2	str. 22
Obrázek 7	Funkční blok ventilu NC	str. 23
Obrázek 8	Funkční blok ventilu NO	str. 23
Obrázek 9	Rozkreslený systém míchání	str. 24
Obrázek 10	Časové rozložení míchacích cyklů	str. 25
Obrázek 11	Přehled časování dávkování	str. 26
Obrázek 12	Funkční blok sekvence čerpání	str. 27
Obrázek 13	Schematické propojení Simulace – PLC program	str. 29
Obrázek 14	Makro simulovaného motoru	str. 30
Obrázek 15	Makro simulovaného ventilu	str. 30
Obrázek 16	Simulační obrazovka míchání	str. 31
Obrázek 17	Simulační obrazovka čerpání	str. 31
Obrázek 18	Simulační obrazovka dávkování	str. 32
Obrázek 19	Přehledové okno vizualizace	str. 34
Obrázek 20	Vizualizační okno míchání	str. 34
Obrázek 21	Vizualizační okno čerpání	str. 35
Obrázek 22	Vizualizační okno dávkování	str. 36

Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka vstupů a výstupů PLC

Příloha 2: Tabulka symbolických adres pro PLC

Příloha 3: Tabulka vstupů a výstupů pro SIMIT

Příloha 4: Dokument Software Requirements Specification

Příloha 1: Tabulka vstupů a výstupů PLC

Tabulka vstupů a výstupů PLC				
MÍCHÁNÍ	Vstupy	Výstupy	Zpětná vazba (Vstupy)	
Motor - Hydraulika 1		Q0.0	I0.0	
Ventil - jímka Fermentor		Q0.1		
Ventil - jímka Dofermentor		Q0.2		
Volnoběžný ventil		Q0.3		
Motor - Hydraulika 2		Q0.4	I0.1	
Ventil - jímka Fermentor		Q0.5		
Ventil - jímka Dofermentor		Q0.6		
Volnoběžný ventil		Q0.7		
Vybavená ochrana motoru Hydraulika 1	I3.6			Alarmy
Nízká hladina oleje - Hyd1	I3.7			Alarmy
Vybavená ochrana motoru Hydraulika 2	I4.0			Alarmy
Nízká hladina oleje - Hyd2	I4.1			Alarmy
Motor míchadlo DF2 1		Q1.0	I0.2	
Motor míchadlo DF2 2		Q1.1	I0.3	
Vybavená ochrana motoru Hydraulika 1	I4.2			Alarmy
Vybavená ochrana motoru Hydraulika 2	I4.3			Alarmy
DÁVKOVÁNÍ				
Motor Dopravníku		Q1.2	I0.4	
Motor Frézy 1		Q1.3	I0.5	
Motor Frézy 2		Q1.4	I0.6	
Motor Frézy 3		Q1.5	I0.7	
Pásový dopravník		Q1.6	I1.0	
Šnek		Q1.7	I1.1	
Vybavená ochrana motoru dopravníku	I4.4			Alarmy
Vybavená ochrana frézy 1	I4.5			Alarmy
Vybavená ochrana frézy 2	I4.6			Alarmy
Vybavená ochrana frézy 3	I4.7			Alarmy
Vybavená ochrana pásového dopravníku	I5.0			Alarmy
Vybavená ochrana šneku	I5.1			Alarmy
ČERPÁNÍ				
motor čerpadla ZPS		Q2.0	I1.2	
motor čerpadla DF2		Q2.1	I1.3	
Ventil jímky F IN		Q2.2		
Ventil jímky F OUT		Q2.3		
Ventil jímky DF IN		Q2.4		
Ventil jímky DF OUT		Q2.5		
Ventil jímky DF 2 IN		Q2.6		
Ventil jímky DF2 OUT		Q2.7		
Ventil vyskladňovací jímky VJ OUT		Q3.0		

Ventil čerpadla ZPS		Q3.1		
Ventil odplynění čerpadla PrZPS		Q3.2		
DORAZY VENTILU				
F IN up	I1.4			
F IN down	I1.5			
F OUT up	I1.6			
F OUT down	I1.7			
DF IN up	I2.0			
DF IN down	I2.1			
DF OUT up	I2.2			
DF OUT down	I2.3			
DF2 IN up	I2.4			
DF2 IN down	I2.5			
DF2 OUT up	I2.6			
DF2 OUT down	I2.7			
VJ OUT up	I3.0			
VJ OUT down	I3.1			
ZPS up	I3.2			
ZPS down	I3.3			
PrZPS up	I3.4			
PrZPSdown	I3.5			
Vybavená ochrana motoru ZPS	I5.2			Alarmy
Vybavená ochrana čerpadla DF2	I5.3			Alarmy

Příloha 2: Tabulka symbolických adres pro PLC

Symbol	Adresa	Datový typ	Komentář
Strom programu	FB 1	FB 1	
Míchání	FB 10	FB 10	
Hydraulika_1	FB 18	FB 18	Funkční blok kompletní Hydrauliky1
Hydraulika_2	FB 19	FB 19	Funkční blok kompletní Hydrauliky2
Hydraulika1_Ventily	FB 20	FB 20	Funkční blok ovládání ventilů Hydrauliky 1
Hydraulika2_Ventily	FB 21	FB 21	Funkční blok ovládání ventilů Hydrauliky 2
Sekvence Dávkování	FB 30	FB 30	
Motor.FB	FB 50	FB 50	Funkční blok motoru
Sekvence_F-F	FB 90	FB 90	
Sekvence_F-DF	FB 91	FB 91	
Sekvence_DF-DF	FB 92	FB 92	
Sekvence_DF-DF2	FB 93	FB 93	
Sekvence_DF2-DF2	FB 94	FB 94	
Sekvence_DF2-VJ	FB 95	FB 95	
Ventil.FB.NC	FB 100	FB 100	Funkční blok ventilu (NormalClose)
Ventil.FB.NO	FB 101	FB 101	Funkční blok ventilů PrZPS a F1 IN
Míchání DF2	FC 22	FC 22	Sekvence míchání DF2
Data Stromu programu	DB 1	FB 1	
Data Míchání	DB 10	FB 10	Datový blok kompletního systému míchání
Data Valve Hydraulika_1	DB 18	FB 18	Datový blok kompletní Hydrauliky 1
Data Valve Hydraulika_2	DB 19	FB 19	Datový blok kompletní Hydrauliky 2
Data ValveHydr 1	DB 20	FB 20	Datový blok ventilů hydrauliky 1
Data ValveHydr 2	DB 21	FB 21	Datový blok ventilů hydrauliky 2
Data Dávkování	DB 30	FB 30	Datový blok sekvence Dávkování
Data Čerpadlo ZPS	DB 50	FB 50	Datový blok čerpadla ZPS
Data Čerpadlo DF2	DB 51	FB 50	Datový blok čerpadla v DF2
Data Hydraulika 1	DB 52	FB 50	Datový blok motoru hydraulické jednotky 1
Data Hydraulika 2	DB 53	FB 50	Datový blok motoru hydraulické jednotky 2
Data Michadlo1 DF2	DB 54	FB 50	Datový blok míchalda 1 DF2
Data Michadlo2 DF2	DB 55	FB 50	Datový blok míchalda 2 DF2
Data Snek	DB 56	FB 50	Datový blok motoru šneku
Data Pas	DB 57	FB 50	Datový blok motoru pásu
Data Freza1	DB 58	FB 50	Datový blok motoru frézy 1
Data Freza2	DB 59	FB 50	Datový blok motoru frézy 2
Data Freza3	DB 60	FB 50	Datový blok motoru frézy 3
Data Dopravník	DB 61	FB 50	Datový blok motoru dopravníku
Data Sekvence F-F	DB 90	FB 90	Datový blok sekvence čerpání F-F
Data Sekvence F-DF	DB 91	FB 91	Datový blok sekvence čerpání F-DF
Data Sekvence DF-DF	DB 92	FB 92	Datový blok sekvence čerpání DF-DF
Data Sekvence DF-DF2	DB 93	FB 93	Datový blok sekvence čerpání DF-DF2

Data Sekvence DF2-DF2	DB 94	FB 94	Datový blok sekvence čerpání DF2-DF2
Data Sekvence DF2-VJ	DB 95	FB 95	Datový blok sekvence čerpání DF2-VJ
Data_F IN	DB 100	FB 101	Datový blok ventilu F IN
Data_F OUT	DB 101	FB 100	Datový blok ventilu F OUT
Data_DF IN	DB 102	FB 100	Datový blok ventilu DF IN
Data_DF OUT	DB 103	FB 100	Datový blok ventilu DF Out
Data_DF2 IN	DB 104	FB 100	Datový blok ventilu DF2 IN
Data_DF2 OUT	DB 105	FB 100	Datový blok ventilu DF2 OUT
Data_VJ	DB 106	FB 100	Datový blok ventilu VJ
Data_ZPS	DB 107	FB 100	Datový blok ventilu čerpadla ZPS
Data_PrZPS	DB 108	FB 101	Datový blok odplyňovacího ventilu PrZPS
Mot Hydr1 Fdb	I 0.0	BOOL	Zpětná vazba motoru Hydrauliky 1
Mot Hydr2 Fdb	I 0.1	BOOL	Zpětná vazba motoru Hydrauliky 2
Mich1 DF2 Fdb	I 0.2	BOOL	Zpětná vazba motoru míchadla 1
Mich2 DF2 Fdb	I 0.3	BOOL	Zpětná vazba motoru míchadla 2
Mot Doprfdb	I 0.4	BOOL	Zpětná vazba motoru Dopravníku
Mot Freza1 Fdb	I 0.5	BOOL	Zpětná vazba motoru Frézy 1
Mot Freza2 Fdb	I 0.6	BOOL	Zpětná vazba motoru Frézy 2
Mot Freza3 Fdb	I 0.7	BOOL	Zpětná vazba motoru Frézy 3
Mot Pas Fdb	I 1.0	BOOL	Zpětná vazba motoru Pásového dopravníku
Mot SnekFdb	I 1.1	BOOL	Zpětná vazba motoru Šneku
Motor_Fdbk_ZPS	I 1.2	BOOL	Zpětná vazba motoru ZPS
Motor Cerp DF2 Fdb	I 1.3	BOOL	Zpětná vazba čerpadla DF2
ValveFINUpFlat	I 1.4	BOOL	Horní doraz ventilu IN F
ValveFINDwnFlat	I 1.5	BOOL	Spodní doraz ventilu IN F
ValveFOutUpFlat	I 1.6	BOOL	Horní doraz ventilu F Out
ValveFOutDwnFlat	I 1.7	BOOL	Spodní doraz ventilu F Out
ValveDFInUpFlat	I 2.0	BOOL	Horní doraz ventilu DF IN
ValveDFInDwnFlat	I 2.1	BOOL	Spodní doraz ventilu DF IN
ValveDFOutUpFlat	I 2.2	BOOL	Horní doraz ventilu DF Out
ValveDFOutDwnFlat	I 2.3	BOOL	Spodní doraz ventilu DF Out
ValveDF2INUpFlat	I 2.4	BOOL	Horní doraz ventilu DF2 IN
ValveDF2INDwnFlat	I 2.5	BOOL	Spodní doraz ventilu DF2 IN
DF2OUTUpFlat	I 2.6	BOOL	Horní doraz ventilu DF2 OUT
DF2OUTDwnFlat	I 2.7	BOOL	Spodní doraz ventilu DF2 OUT
ValveVJUpFlat	I 3.0	BOOL	Horní doraz ventilu VJ
ValveVJDwnFlat	I 3.1	BOOL	Spodní doraz ventilu VJ
ValveZPSUpFlat	I 3.2	BOOL	Horní doraz ventilu ZPS
ValveZPSDwnFlat	I 3.3	BOOL	Spodní doraz ventilu ZPS
ValvePrZPSUpFlat	I 3.4	BOOL	Horní doraz ventilu PrZPS
ValvePrZPSDwnFlat	I 3.5	BOOL	Spodní doraz ventilu PrZPS
Mot Hydr1 VybOchr	I 3.6	BOOL	Vybavená ochrana motoru Hydrauliky 1
Nízká hladina oleje	I 3.7	BOOL	

Mot Hydr2 VybOchr	I 4.0	BOOL	Vybavená ochrana motoru Hydrauliky 1
Nizka hladina oleje Hyd2	I 4.1	BOOL	
Mot DF2 Mich1 VybOchr	I 4.2	BOOL	Vybavená ochrana motoru míchadla 1 v DF2
Mot DF2 Mich2 VybOchr	I 4.3	BOOL	Vybavená ochrana motoru míchadla 2 v DF2
Mot DoprVybOchr	I 4.4	BOOL	Vybavená ochrana motoru Dopravníku
Mot Freza1 VybOchr	I 4.5	BOOL	Vybavená ochrana motoru Frézy 1
Mot Freza2 VybOchr	I 4.6	BOOL	Vybavená ochrana motoru Frézy 2
Mot Freza3 VybOchr	I 4.7	BOOL	Vybavená ochrana motoru Frézy 3
Mot Pas VybOchr	I 5.0	BOOL	Vybavená ochrana motoru Pásu
Mot SnekVybOchr	I 5.1	BOOL	Vybavená ochrana motoru Šneku
Mot Cerp ZPS VybOchr	I 5.2	BOOL	Vybavená ochrana motoru Čerpadla ZPS
Mot Cerp DF2 VybOchr	I 5.3	BOOL	Vybavená ochrana motoru Čerpadla DF2
CycleExecution	OB 1	OB 1	
MotorHyd 1 On	Q 0.0	BOOL	Motor Hydrauliky 1
Ventil Fermentor H1	Q 0.1	BOOL	
Ventil Dofermentor H1	Q 0.2	BOOL	
Volnoběžný ventil H1	Q 0.3	BOOL	
MotorHyd 2 On	Q 0.4	BOOL	Motor Hydrauliky 2
Ventil Fermentor H2	Q 0.5	BOOL	
Ventil Dofermentor H2	Q 0.6	BOOL	
Volnoběžný ventil H2	Q 0.7	BOOL	
MotorMich1 DF2 On	Q 1.0	BOOL	Motor míchadla 1 DF2
MotorMich2 DF2 On	Q 1.1	BOOL	Motor míchadla2 DF2
MotorDop On	Q 1.2	BOOL	Motor Dopravníku
MotFreza1 On	Q 1.3	BOOL	Motor Frézy 1
MotFreza2 On	Q 1.4	BOOL	Motor Frézy 2
MotFreza3 On	Q 1.5	BOOL	Motor Frézy 3
MotPas On	Q 1.6	BOOL	Motor Pásu
MotSnek	Q 1.7	BOOL	Motor Šneku
MotorCerp ZPS On	Q 2.0	BOOL	Motor Čerpadla ZPS
MotorCerp DF2 On	Q 2.1	BOOL	Motor Čerpadla DF2
F In OUT	Q 2.2	BOOL	Otevření ventilu F IN
ValveFoutOUT	Q 2.3	BOOL	Otevření ventilu F Out
ValveDfInOUT	Q 2.4	BOOL	Otevření ventilu DF IN
DF Out OUT	Q 2.5	BOOL	Otevření ventilu DF OUT
ValveDF2InOUT	Q 2.6	BOOL	Otevření ventilu DF2 IN
DF2 OUT Out	Q 2.7	BOOL	Otevření ventilu DF2 OUT
ValveVJOut	Q 3.0	BOOL	Otevření ventilu VJ
ValveZPSOut	Q 3.1	BOOL	Otevření ventilu ZPS
PrZPSOut	Q 3.2	BOOL	Otevření ventilu PrZPS
TON	SFB 4	SFB 4	Generatean On Delay

Testovací tabulka	VAT 1		
-------------------	-------	--	--

Příloha 3: Tabulka vstupů a výstupů pro SIMIT

Jméno symbolu	Vstup	Adresa	Jméno symbolu	Výstup	Adresa
MotorHydrFdb1	I	0.0	MotorHyd1	Q	0.0
MotorHydrFdb2	I	0.1		Q	0.1
MotorFdbDF2_1	I	0.2		Q	0.2
MotorFdbDF2_2	I	0.3		Q	0.3
MotorDoprFdb	I	0.4	MotorHyd2	Q	0.4
MotorFrezFdb1	I	0.5		Q	0.5
MotorFrezFdb2	I	0.6		Q	0.6
MotorFrezFdb3	I	0.7		Q	0.7
MotorPasFdb	I	1.0	MotMichDF2_1	Q	1.0
MotorSnekFdb	I	1.1	MichDF2	Q	1.1
MotorCerpZPSFdb	I	1.2	MotDopravnik	Q	1.2
MotorCerpDF2Fdb	I	1.3	MotFreza1	Q	1.3
FInUp	I	1.4	MotFreza2	Q	1.4
FInDown	I	1.5	MotFreza3	Q	1.5
FOutUp	I	1.6	MotPas	Q	1.6
FOutDown	I	1.7	MotSnek	Q	1.7
DFInUp	I	2.0	MotCerpZPS	Q	2.0
DFInDown	I	2.1	MotCerpDF2	Q	2.1
DFOutUp	I	2.2	FIN	Q	2.2
DFOutDown	I	2.3	FOUT	Q	2.3
DF2InUp	I	2.4	DFIN	Q	2.4
DF2InDown	I	2.5	DFOUT	Q	2.5
DF2OutUp	I	2.6	DF2IN	Q	2.6
DF2OutDown	I	2.7	DF2OUT	Q	2.7
VJInUp	I	3.0	VJIN	Q	3.0
VJInDown	I	3.1	ZPS	Q	3.1
ZPSUp	I	3.2	PrZPS	Q	3.2
ZPSDown	I	3.3			
PrZPSUp	I	3.4			
PrZPSDown	I	3.5			
Hydr1VybOchr	I	3.6			
NoOilH1	I	3.7			
Hydr2VybOchr	I	4.0			
NoOilH2	I	4.1			
MichDF21VybOch	I	4.2			
MichDF22VybOch	I	4.3			
DopravVybOch	I	4.4			
Freza1VybOch	I	4.5			
Freza2VybOch	I	4.6			
Freza3VybOch	I	4.7			
PasVybOch	I	5.0			

SnekVybOch	I	5.1
ZPSVybOch	I	5.2
DF2VybOch	I	5.3

Software Requirements Specification

pro

Vizualizace programu řízení bioplynové
stanice

Autor: Lukáš Bělíček
8.4.2013

Obsah

1. Úvod.....	55
1.1 Účel dokumentu	55
1.2 Úvod do problematiky	56
2. Celkový popis	56
2.1 Popis aplikace	56
2.2 Základní popis funkcí	56
2.3 Běhové prostředí	56
2.4 Dokumentace	56
2.5 Předpokládaná další rozšíření	57
2.6 Negativní vymezení.....	57
3. Požadavky na uživatelské rozhraní	57
3.1 Uživatelské rozhraní.....	57
4. Funkce aplikace	57
4.1 Přehledová obrazovka	57
4.2 Obrazovka míchání	58
4.3 Obrazovka čerpání.....	58
4.4 Obrazovka dávkování.....	58
4.7 Instalace.....	58
5. Nefunkční požadavky.....	58
5.1 Lokalizace.....	58
5.2 Požadavky na výkon.....	58
5.3 Bezpečnostní opatření	58

1. Úvod

1.1 Účel dokumentu

Tento dokument slouží jako specifikace požadavků na aplikaci „Vizualizace programu řízení bioplynové stanice“. Podrobně stanovuje rozsah projektu a funkční i nefunkční požadavky. Tento dokument slouží jako doplněk k bakalářské práci.

1.2 Úvod do problematiky

V rámci vypracovávání bakalářské práce na téma „Řízení bioplynové stanice pomocí programovatelného automatu“, bylo třeba vytvořit nejenom program, který bude celý systém ovládat, ale také simulaci prvků v systému. K tomu aby byl systém lépe sledovatelný a ovládatelný, bylo nutno vytvořit také vizualizaci, která obsluhu umožní sledovat program, aniž by se musela pracně probírat programem v PLC.

2. Celkový popis

2.1 Popis aplikace

Tato aplikace je vytvořena pouze jako návrh vizualizačních oken. Funkčnost vizualizačních prvků je možno otestovat testovacími tlačítky, umístěnými v přehledové obrazovce. Funkčnost motorů a ventilů je možno otestovat v příslušné obrazovce, v okně ovládání.

2.2 Základní popis funkcí

- Sledování časových intervalů jednotlivých cyklů míchání
- Kontrola čerpacích sekvencí
- Kontrola průběhu dávkování
- Editace časových intervalů
- Editace objemů přečerpávání
- Zobrazování chybových hlášení, poruchových stavů

2.3 Běhové prostředí

Celá vizualizace je vytvořena v programu Intouch verze 10.1 Runtimeové prostředí poběží s Runtimeovou licencí programu Intouch na verzi 10.1, u nižších verzí není zaručena spustitelnost.

2.4 Dokumentace

Součástí projektu je následující dokumentace:

- Uživatelská dokumentace – Bude integrována přímo do uživatelského rozhraní formou kontextových nápověd.
- Instalační a konfigurační příručka – Dokument ve formátu PDF popisující instalaci a konfiguraci krok za krokem. Součástí dokumentu bude také reference všech nastavitelných vlastností aplikace.
- Programátorská reference – PDF dokument popisující architekturu celé aplikace a implementační detaily (členění kódu, popis struktury databáze, apod.).

2.5 Předpokládaná další rozšíření

V případě úspěchu projektu je pravděpodobné, že dojde k jeho rozšíření o další vizualizační prvky. Dále by mohla vizualizace být rozšířena o přihlašovací obrazovku, která by mohla na základě nastaveného účtu určovat, jestli bude uživatel moci pouze sledovat průběh nebo i měnit hodnoty. Možnost rozšířit vizualizaci o trendy nebo různá počítadla cyklů je také přípustná.

2.6 Negativní vymezení

Aplikace nebude nabízet žádné funkce a vlastnosti, které nejsou výslovně uvedeny v tomto dokumentu. Zejména pak:

- Nebude obsahovat podporu pro tisk jakýchkoli materiálů.
- Nebude zasílat žádná upozornění pomocí e-mailu ani jiných komunikačních kanálů.
- Nebude uchovávat historii změn ani nebude nabízet uživateli možnost vrátit poslední provedenou akci.

3. Požadavky na uživatelské rozhraní

3.1 Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní bude vytvořeno tak, že na hlavní obrazovce (obrazovka „Přehled“ nebo „Hlavní“) bude aktuální dění celého systému přičemž na pravé straně budou zobrazeny přímo aktivní sekvence.

V levém dolním rohu jsou odkazy na příslušné obrazovky míchání, čerpání a dávkování. Po kliknutí na jakoukoliv obrazovku se vlevo dole objeví tlačítko pro návrat na přehledovou obrazovku. Okno obrazovky je vytvořeno pro rozlišení „Full HD“ 1920x1080.

4. Funkce aplikace

4.1 Přehledová obrazovka

Přehledové okno, jakožto úvodní obrazovka vizualizace dává základní informace o systému. Na obrazovce jsou vidět aktivní cykly míchání, které umocní zelené podbarvení každé z jímek (na místo neaktivní červené barvy) pokud bude míchání aktivní.

Všechny sekvence čerpání budou aktivovat zelené políčka v pravé straně obrazovky a zároveň, pokud se bude čerpat z jímky do jímky, vyplní se světle šedé šipky zelenou barvou, což značí přečerpávání.

Obdobné je tomu u režimu dávkování, kde aktivní prvky změni obrysovou barvu na zelenou.

Protože vizualizace není připojena na program, jsou zde testovací tlačítka umístěné na pravé straně obrazovky. Tyto tlačítka slouží pro otestování funkčnosti podbarvení.

4.2 Obrazovka míchání

V tomto okně byla vytvořená věrná kopie reálných hydraulických jednotek, které jsou umístěny v popředí okna. Na pravé straně je jímka fermentoru s ponornou jednotkou nakreslenou v řezu jímky. Na levé straně je řez jímky do fermentoru přičemž uprostřed vzadu je řez jímky do fermentoru 2 s jeho ponornými elektrickými míchadly. Pod jímkou do fermentoru 2 jsou umístěny odkazy na nastavování časů míchání. Aktivace příslušných ventilů a hydraulických jednotek je umístěna uprostřed obrazovky.

4.3 Obrazovka čerpání

Vizualizační okno čerpání zobrazuje celý systém ventilů a čerpadel, přičemž každý z nich má vlastní popis, který umožňuje lepší orientaci. Centrální čerpadlo je umístěno uprostřed a spojuje jímky fermentoru a do fermentoru pomocí výpustných ventilů. Vlevo dole je umístěno tlačítko „Ovládání“ pomocí kterého se dají otevírat a zavírat ventily. Po aktivaci ventilu se jeho tělo vybarví do zelena a vytáhne se ventilová deska. Po aktivaci čerpadla se jeho tělo vybarví do zelena. Dole pod čerpadlem jsou umístěny časové displeje, které nastavují přečerpávaný objem.

4.4 Obrazovka dávkování

Po kliku na okno dávkování se objeví letecký pohled na celý dávkovací systém včetně dávkovače, fréz, jenž jsou zabudovány do dávkovače, pásového dopravníku, který nakypřený materiál posouvá až ke šneku a dále do fermentoru. Uprostřed jsou umístěny časové displeje, které nastavují dobu před spuštěním prvku a aktivní dobu prvků. Pod těmito displeji jsou umístěny ovládací přepínače, které po přepnutí do režimu „Man“ vybarví příslušný motor do zelena, také se rozsvítí signalizační světlo. Tato aktivace se opět zobrazí i na hlavní obrazovce.

4.7 Instalace

Instalace vizualizačního programu, čímž je program Intouch, bude probíhat pomocí průvodce instalací, defaultně dodávaného se softwarem. Nahrání vizualizace bude probíhat následovně:

- 1) Spustí se vizualizační program Intouch
- 2) Na obrazovce se objeví aplikační manažer
- 3) Po kliknutí na ikonu dalekohledu se otevře vyhledávací okno
- 4) Nalezneme cestu k vytvořené vizualizaci
- 5) Klikneme na tlačítko „OK“

- 6) Nyní dvojklikem spustíme projekt
- 7) Do spuštěného stavu se dostaneme kliknutím na tlačítko „Runtime“ umístěné v pravém rohu

5. Nefunkční požadavky

5.1 Lokalizace

Aplikační rozhraní a uživatelská nápověda budou dostupné v českém a anglickém jazyce. Pro reprezentaci všech textových dat bude použita znaková sada UTF-8.

5.2 Požadavky na výkon

Pro samostatný program Intouch postačí:

- Počítač s 1.2 GigaHertz (GHz) nebo rychlejší (32/64bit). *Intel Itanium 2 není podporován*
- 512 MB RAM jako minimum, 1 GigaByte (GB) nebo víc doporučeno
- Minimálně 4 GB volného místa na disku pro 32-bit OS, 6 GB volného místa pro 64-bit OS
- Super VGA (1024 × 768) nebo vyšší grafický adaptér a monitor
- CD-ROM nebo DVD jednotka pro instalaci
- Klávesnice
- Myš nebo podobné polohovací zařízení

5.3 Bezpečnostní opatření

Aplikace prozatím není nijak zabezpečena proti neoprávněnému používání. Toto by bylo možno zajistit jako předpokládána další rozšíření viz. kap. 2.5.